

指標物質の選定及び基準濃度の設定

■自動車の排出ガスに含まれる主な有害物質の排出量について

1) 基本的な考え方及び条件

各有害物質の排出量算定にあたっての基本的な考え方及び条件を以下に示す。

① 基本的な考え方

- ・一酸化炭素（CO）、窒素酸化物（NO₂）及び粒子状物質（PM）については、道路運送車両法に基づく基準（道路運送車両の保安基準）によるガソリン・LPG乗用車の排出量規制値をもとに、エンジン及び燃料の完全燃焼を促す触媒が十分に暖められた状態（暖機状態）から試験を実施するホットモードと、エンジン及びその完全燃焼を促す触媒が冷却され、排出ガスの浄化機能が低下している状態（冷間状態）から試験を実施するコールドモードの規制値をもとに按分して算定する。

なお、按分にあたっては、駐車場内での排出を想定するため、入庫時のエンジン状態である暖機状態（ホットモード）と出庫時のエンジン状態である冷間状態（コールドモード）の時間的加重割合は等しいものとする。

- ・二酸化炭素（CO₂）については、「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」（環境省）における二酸化炭素排出係数に基づき算定する。
- ・硫黄酸化物（SO₂）については、「日本工業規格 J I S K 2 2 0 2」に示された、ガソリンの硫黄含有量に基づき算定する。

② 各試験モード別試験走行時間及び試験走行距離

表 1 試験モード別試験走行時間及び試験走行距離

試験モード	試験走行距離(km)	試験走行時間(s)
10モード	3. 319	675
10・15モード	4. 165	660
11モード	4. 080	505
JC08モード	8. 172	1, 204

③ 乗用車平均燃費

算定に使用する乗用車平均燃費は、国土交通省が公表している平成25年度のJC08モードにおける乗用車平均燃費（21 km/ℓ）とする。

2) CO排出量

(1) CO排出量の算定方法

1分間あたりのCO排出量（1気圧・25℃）の算定方法は以下の通り。

① 駐車場入庫時（ホットモード）

駐車場入庫時（ホットモード）のCO排出量は、規制値の単位が（g/km）で規定されているため、試験走行距離及び試験走行時間を用いて（m³/min）に換算する。

$$\text{排出量: } q_h = \frac{\text{規制値} [\text{g}/\text{km}] \times \text{試験走行距離} [\text{km}/\text{test}] \times 60 [\text{s}/\text{min}]}{\text{試験走行時間} [\text{s}/\text{test}]} \times \frac{1}{28.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273}$$

[m³/min]

※COの分子量: 28.01、1molあたりの体積: 0.0224m³(0℃、1気圧)

② 駐車場出庫時（コールドモード）

駐車場出庫時（コールドモード）のCO排出量は、規制値の単位が（g/test）で規定されているため、試験走行距離及び試験走行時間を用いて（m³/min）に換算する。なお、CO排出量が低い値に安定するまでに要する時間をエンジン始動後180秒とし、その間に全ての規制値分が排出されるものとして算定する。

$$\text{排出量: } q_c = \frac{\text{規制値} [\text{g}/\text{test}] \times 60 [\text{s}/\text{min}]}{180 [\text{s}/\text{test}]} \times \frac{1}{28.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273}$$

[m³/min]

※COの分子量: 28.01、1molあたりの体積: 0.0224m³(0℃、1気圧)

③ CO排出量

CO排出量は、駐車場入庫時及び駐車場出庫時の排出量の平均値で設定する。

$$\text{排出量: } q = \frac{q_h [\text{m}^3/\text{min}] + q_c [\text{m}^3/\text{min}]}{2}$$

[m³/min]

(2) CO排出量の算定

① 駐車場入庫時（ホットモード）のCO排出量

表 2 駐車場入庫時におけるCO排出量算定結果

CO		S48規制	S50規制	S53規制	H12規制
規制値	試験モード	10モード	10モード	10モード	10・15モード
	g/km	26.00	2.70	2.70	0.67
	m ³ /min	0.00670	0.00070	0.00070	0.00022
台数割合		0.08%	0.04%	13.02%	86.85%
排出量(m ³ /min)		0.00001	0.00000	0.00009	0.00019
加重平均排出量(m ³ /min)		0.00029			

② 駐車場入庫時（コールドモード）のCO排出量

表 3 駐車場出庫時におけるCO排出量算定結果

CO		S48規制	S50規制	S53規制	H12規制
規制値	試験モード	11モード	11モード	11モード	11モード
	g/test	85.00	85.00	85.00	19.00
	m ³ /min	0.0247	0.0247	0.0247	0.0055
台数割合		0.08%	0.04%	13.02%	86.85%
排出量(m ³ /min)		0.00002	0.00001	0.00322	0.00478
加重平均排出量(m ³ /min)		0.00803			

※S48規制については、コールドモードが規定されていないため、S50規制の排出量を用いる

③ CO排出量

CO排出量（1気圧・25℃）の算定結果を以下に示す。

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{q_h [\text{m}^3/\text{min}] + q_c [\text{m}^3/\text{min}]}{2} \\
 &= \frac{0.00029 [\text{m}^3/\text{min}] + 0.00803 [\text{m}^3/\text{min}]}{2} \\
 &\doteq \underline{\underline{0.00416 (\text{m}^3/\text{min})}}
 \end{aligned}$$

3) NO₂排出量

(1) NO₂排出量の算定方法

1 分間あたりのNO₂排出量（1 気圧・25℃）の算定方法は以下の通り。

① 駐車場入庫時（ホットモード）

駐車場入庫時（ホットモード）のNO₂排出量は、規制値の単位が（g/km）で規定されているため、試験走行距離及び試験走行時間を用いて（m³/min）に換算する。

$$\text{排出量: } q_h = \frac{\text{規制値 [g/km]} \times \text{試験走行距離 [km/test]} \times 60 \text{ [s/min]}}{\text{試験走行時間 [s/test]}} \times \frac{1}{46.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273}$$

[m³/min]

※NO₂の分子量:46.01、1molあたりの体積:0.0224m³(0℃、1気圧)

② 駐車場出庫時（コールドモード）

駐車場出庫時（コールドモード）のNO₂排出量は、規制値の単位が（g/test）で規定されているため、試験走行距離及び試験走行時間を用いて（m³/min）に換算する。なお、NO₂排出量が低い値に安定するまでに要する時間をエンジン始動後180秒とし、その間に全ての規制値分が排出されるものとして算定する。

$$\text{排出量: } q_c = \frac{\text{規制値 [g/test]} \times 60 \text{ [s/min]}}{180 \text{ [s/test]}} \times \frac{1}{46.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273}$$

[m³/min]

※NO₂の分子量:46.01、1molあたりの体積:0.0224m³(0℃、1気圧)

③ NO₂排出量

NO₂排出量は、駐車場入庫時及び駐車場出庫時の排出量の平均値で設定する。

$$\text{排出量: } q = \frac{q_h \text{ [m}^3\text{/min]} + q_c \text{ [m}^3\text{/min]}}{2}$$

[m³/min]

(2) NO₂排出量の算定

① 駐車場入庫時（ホットモード）のNO₂排出量

表 4 駐車場入庫時のNO₂排出量算定結果

Nox(NO ₂)		S48規制	S50規制	S51 規制	S53規制	H12規制
規制値	試験モード	10モード	10モード	10モード	10・15モード	10・15モード
	g/km	3.00	1.60	1.20	0.48	0.08
	m ³ /min	0.00047	0.00025	0.00019	0.00010	0.000016
台数割合		0.08%	0.02%	0.03%	13.02%	86.85%
排出量 (m ³ /min)		0.000000	0.000000	0.000000	0.000013	0.000014
加重平均排出量 (m ³ /min)		0.000027				

② 駐車場入庫時（コールドモード）のNO₂排出量

表 5 駐車場出庫時のNO₂排出量算定結果

Nox(NO ₂)		S48規制	S50規制	S53規制	H12規制
規制値	試験モード	11モード	11モード	11モード	11モード
	g/test	11.00	11.00	6.00	1.40
	m ³ /min	0.00195	0.00195	0.00106	0.00025
台数割合		0.08%	0.05%	13.02%	86.85%
排出量(m ³ /min)		0.000002	0.000001	0.000138	0.000217
加重平均排出量(m ³ /min)		0.000358			

※S48規制については、コールドモードが規定されていないため、S50規制の排出量を用いる

③ NO₂排出量

NO₂排出量（1気圧・25℃）の算定結果を以下に示す。

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{q_h \text{ [m}^3\text{/min]} + q_c \text{ [m}^3\text{/min]}}{2} \\
 &= \frac{0.000027 \text{ [m}^3\text{/min]} + 0.000358 \text{ [m}^3\text{/min]}}{2} \\
 &\doteq \underline{\underline{0.000193 \text{ (m}^3\text{/min)}}}
 \end{aligned}$$

4) CO₂排出量

CO₂の排出量については、「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」(環境省)における二酸化炭素排出係数(2.32 kg/ℓ)と、JC08モード試験における乗用車平均燃費から算定する。

(1) CO₂排出量の算定方法

1分間あたりのCO₂排出量(1気圧・25℃)の算定方法は以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{排出量: } q \text{ [m}^3\text{/min]} &= \frac{2.32 \text{ [kg/}\ell\text{]} \times 1,000 \text{ [g/kg]} \times \text{試験走行距離 [km/test]} \times 60 \text{ [s/min]}}{\text{試験走行時間 [s/test]} \times \text{乗用車平均燃費 [km/}\ell\text{]}} \\ &\times \frac{1}{44.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273} \end{aligned}$$

※CO₂の分子量:44.01、1molあたりの体積:0.0224m³(0℃、1気圧)

(2) CO₂排出量

CO₂排出量(1気圧・25℃)の算定結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} q &= \frac{2.32 \text{ [kg/}\ell\text{]} \times 1,000 \text{ [g/kg]} \times 8.172 \text{ [km/test]} \times 60 \text{ [s/min]}}{1204 \text{ [s/test]} \times 21 \text{ [km/}\ell\text{]}} \\ &\times \frac{1}{44.01} \times \frac{0.0224 \times 298}{273} \\ &\doteq \underline{\underline{0.0250 \text{ (m}^3\text{/min)}}} \end{aligned}$$

5) SO₂排出量

SO₂の排出量は、「日本工業規格 J I S K 2 2 0 2」で定められたガソリン 1 リットルに含まれる硫黄含有量の上限値が、エンジン内での燃焼過程で酸素と反応し、全てSO₂として排出されるものとして算定する。

(1) SO₂排出量の算定方法

1 分間あたりのSO₂排出量 (1 気圧・2 5 °C) の算定方法は以下の通り。

なお、ガソリンの質量及び J I S 規格における硫黄含有量の上限値は以下による。

ガソリンの質量 : 0 . 7 4 k g / ℓ

J I S 規格における硫黄含有量の上限値 : 0 . 0 0 1 質量パーセント

よって、ガソリン 1 ℓ 中の硫黄含有量の最大値は、

$$0 . 7 4 \text{ [k g / ℓ]} \times 0 . 0 0 1 \times 1 0^{-2} = 0 . 0 0 7 4 \text{ [g]}$$

である。

0 . 0 0 7 4 g の硫黄が全て二酸化硫黄 (SO₂) として排出された場合の排出量は以下の通りとなる。

$$\frac{0 . 0 0 7 4}{3 2 . 0 6} \times 6 4 . 0 6 \doteq 0 . 0 1 5 \text{ (g / ℓ)}$$

※Sの原子量:32.06、SO₂の分子量:64.06

$$\begin{aligned} \text{排出量 } q \text{ [m}^3/\text{min]} &= \frac{0 . 0 1 5 \text{ [g / ℓ]} \times \text{試験走行距離 [km / test]} \times 6 0 \text{ [s / min]}}{\text{試験走行時間 [s / test]} \times \text{乗用車平均燃費 [km / ℓ]}} \\ &\times \frac{1}{6 4 . 0 6} \times \frac{0 . 0 2 2 4 \times 2 9 8}{2 7 3} \end{aligned}$$

※1molあたりの体積:0.0224m³(0°C、1気圧)

(2) SO₂排出量

SO₂排出量 (1 気圧・2 5 °C) の算定結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} q &= \frac{0 . 0 1 5 \text{ [g / ℓ]} \times 8 . 1 7 2 \text{ [km / test]} \times 6 0 \text{ [s / min]}}{1 2 0 4 \text{ [s / test]} \times 2 1 \text{ [km / ℓ]}} \\ &\times \frac{1}{6 4 . 0 6} \times \frac{0 . 0 2 2 4 \times 2 9 8}{2 7 3} \\ &\doteq \underline{\underline{0 . 0 0 0 0 0 1 1 \text{ (m}^3/\text{min)}}} \end{aligned}$$

6) PM排出量

PMの排出量は、道路運送車両法に基づく基準（道路運送車両の保安基準）による排出量規制値から算定する。

(1) PM排出量の算定方法

1分間あたりのPM排出量の算定方法は以下の通り。

$$\text{排出量: } q = \frac{\text{規制値} [\text{g}/\text{km}] \times \text{試験走行距離} [\text{km}/\text{test}] \times 60 [\text{s}/\text{min}]}{\text{試験走行時間} [\text{s}/\text{test}]} [\text{g}/\text{min}]$$

(2) PM排出量

PM排出量の算定結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} q &= \frac{0.005 [\text{g}/\text{km}] \times 8.172 [\text{km}/\text{test}] \times 60 [\text{s}/\text{min}]}{1204 [\text{s}/\text{test}]} \\ &\doteq \underline{\underline{0.00204 (\text{g}/\text{min})}} \end{aligned}$$

(3) 指標物質との比較・検証

資料2において提示された指標物質（CO）の希釈に必要な供給空気量340（ m^3/h ）でPMを希釈した際の濃度を算定し、「大気汚染に係る環境基準」に示されている浮遊粒子状物質の基準値に対して検証を行う。

駐車場内におけるPM排出量は、1台あたりの1時間排出量に、駐車場内でエンジンをかけている割合（7%）を乗じた値で表される。

$$\begin{aligned} \text{駐車場内における排出量} &= 0.00204 (\text{g}/\text{min}) \times 60 (\text{min}/\text{h}) \times 0.07 \\ &= 0.008568 (\text{g}/\text{h}) \end{aligned}$$

換気による供給空気量で希釈した際の濃度：

$$\begin{aligned} &0.008568 (\text{g}/\text{h}) \times 1000 (\text{mg}/\text{g}) \div 340 (\text{m}^3/\text{h}) \\ &\doteq \underline{\underline{0.0252 (\text{mg}/\text{m}^3)}} \end{aligned}$$

以上より、「大気汚染に係る環境基準」に示された浮遊粒子状物質の1時間値の1日平均値（ $0.1 \text{mg}/\text{m}^3$ ）を下回ることが確認できた。

■参考文献

1) 一酸化炭素の曝露による健康に対する影響 (抜粋)

WHO (世界保健機関) 環境保健基準
一酸化炭素、1999年

<p>一酸化炭素への曝露の影響</p> <p>血中一酸化炭素ヘモグロビンの濃度が5.0%から、健康な若い成人の、酸素摂取量の減少と最大運動条件下での作業能力を低下させた結果が明らかに見られ、いくつかの研究では、2.3%から4.3%と低い一酸化炭素ヘモグロビンで作業能力の減少を観察した。</p> <p>これらの影響は、十分に高い一酸化炭素曝露の状況下での、特定の物理的に厳しい職業やレクリエーション活動に起こりうる面で、一般集団の健康に影響すると言ってよい。</p> <p>10～30%の高い一酸化炭素ヘモグロビン飽和で、一酸化炭素中毒の神経学的徴候、頭痛、めまい、吐き気、混乱、見当識障害や視覚障害のような19の症状が発生する可能性がある。30～50%の一酸化炭素ヘモグロビンの生成で、労作性呼吸困難、脈拍と呼吸数の増加、めまいが観測された。</p> <p>一酸化炭素ヘモグロビン濃度が50%に達すると、痙攣、心肺停止に発展する可能性がある。</p> <p>世界保健機関 (WHO) のガイドライン</p> <p>ガイドラインの有用性 (ppmの値は四捨五入) については、軽め、もしくは適度な運動に従事する通常の被験者の場合であっても、血中一酸化炭素ヘモグロビン濃度が2.5%を越えない、平均曝露時間を以下のように決定した。</p> <p>100mg/m³ (87ppm) なら15分 60mg/m³ (52ppm) なら30分 30mg/m³ (26ppm) なら1時間* 10mg/m³ (9ppm) なら8時間</p> <p>※一般的なホッケーの試合や練習において、26ppmの一酸化炭素に1時間以上曝露すると、正常な被験者は一酸化炭素ヘモグロビン濃度が2.5%を超える。</p>

2) 「一酸化炭素の環境基準」の解説と達成への方向 (1970年・藤原正弘著) (抜粋)

項目	概要
人の健康と福祉に及ぼす影響	(1) COは血液中のヘモグロビン (CO血球素) と結びつき、その結合力が酸素より240倍強いいため、CO血球素の本来の酸素運搬の機能が阻害される。
	(2) COが生体内のある種の酸素と結合、または反応することによって生理機能障害が起こる。
	(3) 自然的に体内で一酸化炭素ヘモグロビン (COHb) がごく少量であるが生成される。これは空気中にCOがない場合、スムーズに外へ呼吸とともに放出されるが、COがある場合その肺胞からの解離が阻害される。
重要な人への影響とその汚染条件	(1) 内因性CO (自然的に体内で発生するCO) の肺胞での解離を阻害することなく、完全に生理学的に解離を円滑に進行させるためには、吸入空気中のCO濃度は5ppmを下回ることが望ましい。
	(2) 喫煙・暖房・厨房、および大気汚染におけるCOの汚染などから吸収されたCOをすみやかに体外へ排除するためには、環境大気中のCOは可及的に低濃度でなければならない。たとえば、1時間値の平均CO濃度20ppmの空気を8時間の間呼吸してCOHbが増加した人のCOHb量が、もとの値までに回復するためには、1時間値5ppm程度のところで、少なくとも8時間以上いることが必要である。この状態を1時間値の24時間平均値に換算すると10ppm程度となる。
	(3) 時間識別能力の低下は、血中一酸化炭素ヘモグロビン濃度 (COHb) が2%に達すると現れてくる。たとえば、24時間、COに汚染された空気を呼吸する場合には、COHbが2%以下を維持するためには、CO濃度の1時間値の24時間平均は10ppm以下でなければならないことになる。また、1時間だけCOに汚染された空気を呼吸する場合には、1時間値55ppm以下であることが望ましい。
	(4) 心筋梗塞発作患者には、1時間値の24時間平均濃度10ppmのCO汚染が数日間つづくと、COによる悪影響があらわれる。
	(5) COHb量が5%に達すると、精神神経機能が低下すること、貧血者、重要臓器の循環障害者の死期が早まることがみとめられている。このCOHb量5%は、30ppm8時間で生じる。