

# リモートセンシングによる自動車排気ガス実態調査（Ⅱ）

—千葉県内の主要幹線道路における調査結果—

竹内和俊

## 1 はじめに

現在，都市域における大気汚染の主要発生源は自動車であり，中でも車齢の高い使用過程車の排気ガスによる影響が大きいと推定されている<sup>1)</sup>。こうした実態を解明するためには，実走行状態にある多数の自動車の排気ガスを測定し，車種，車齢等による排気ガスの性状を把握することが重要である。

実走行する自動車排気ガス中大気汚染物質濃度を測定する手法として，リモートセンシング技術を応用した装置（Remote Sensing Device : RSD）が開発されている。そこで，RSD を用いた自動車排気ガス実態調査により，千葉県内を走行する自動車の汚染物質排出実態を把握することを目的に調査を行った。今回は，2006年4月の第1回調査<sup>2)</sup>に引き続き，第2回調査として県内の主要幹線道路における自動車交通と排気ガスの汚染実態について調査したので報告する。

## 2 調査方法

### 2・1 調査対象道路等

調査対象道路及び調査地点を図1に示す。

RSDの測定条件から<sup>2)</sup>，調査対象道路は千葉市の「国道51号北千葉バイパス（上り線）」とし，調査地点は図1の貝塚市民の森付近の地点とした。

調査対象とした国道51号は県内主要幹線道路の一つで，北千葉バイパス上り線の24時間交通量は交通センサスから6000台以上と推定される。

### 2・2 調査日時

2007年1月23日（火）の日の出（6：40頃）から日没（16：50頃）までを調査期間とした。

### 2・3 測定方法

調査におけるRSDの各種測定機器の配置を図2に示す。調査にはESP社製のAccuScan 4000<sup>3)</sup>（図のシステム1，以下「RSD」）及び同装置の改良機としてDenver大学が試作開発中のプロトタイプRSD



図1 調査対象道路及び調査地点

（図のシステム2，以下「P-RSD」）<sup>4)</sup>を使用した。

RSD及びP-RSDによる大気汚染物質濃度測定方法は同様で，赤外線及び紫外線の発光・検出装置と反射鏡を車道脇に対向して設置し，自動車がある間を通過する際に排気ガスによって吸収される赤外線及び紫外線の割合から測定するものである。このうち，RSDで測定される自動車排気ガス中の汚染物質は，一酸化窒素（NO:ppm），一酸化炭素（CO:%），

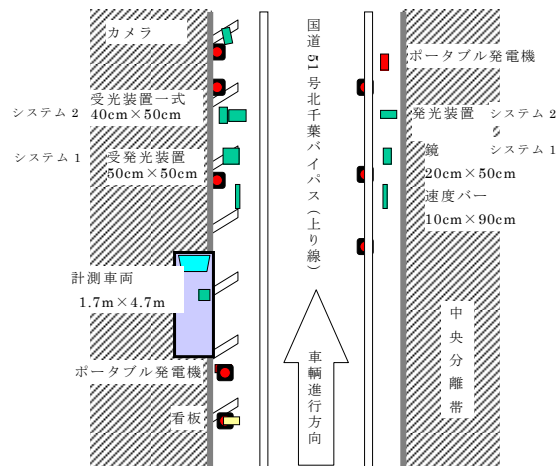


図2 RSDの機器配置状況

炭化水素（HC：プロパン換算 ppm）、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>：%）及び粒子（Smoke Factor, SF：g/100gFuel）である。P-RSDではRSDで測定される汚染物質のほかに、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>：ppm）、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>：ppm）及びアンモニア（NH<sub>3</sub>：ppm）が測定される。ただし、P-RSDで測定される炭化水素濃度はヘキサン換算濃度であり、粒子は不透過率（オパシティ、%）として測定される。

なお、RSD及びP-RSDで測定される濃度は酸素使いきり状態（理論空燃比）における濃度であり、過剰空気を考慮しないためディーゼル或いは希薄燃焼車では排出される実濃度に対して高い値を示す。

また、RSDでは車輛の走行状態と排気ガスとの関係について解析するため、速度・加速度計を設置して排気ガス測定と同時に車輛の速度（km/時）と加速度（km/時/秒）を計測している。さらに、得られた排気ガス・データと車輛単体との関連付けを行うため、CCDカメラを設置して車体を撮影し、ナンバーの読み取りも行っている。

### 3 調査結果

#### 3・1 排気ガス測定車輛の状況

調査期間中にRSD又はP-RSDが検知した車輛数は計7821台であったが、同一車輛が調査地点を複数回通過した事例があり、この台数は延べ台数である。この延べ7821台の車輛のうちRSDで排気ガスの測定された車輛数は4066台で、このうち2503台ではP-RSDでも測定が行われている。一方、P-RSDで排気ガスの測定された車輛数は計3813台である。RSDに比べP-RSDの測定車輛数が少ないのは、RSDに比べて設置、調整に時間を要し、RSDより測定時間が短くなったためである。

#### 3・2 RSD及びプロトタイプRSDによる大気汚染物質濃度の関係

前述のように、NO、CO、HC及び粒子はRSD及びP-RSDの両方の装置で測定されている。そこで、一例として両装置で測定されたCO濃度の関係を図3に示す。

図からCO濃度については、P-RSDの濃度がやや高い傾向にあるものの良い関係にあることが分か

る。こうした傾向はNO（ $y = 1.15x$ ,  $R^2 = 0.914$ ）についてもほぼ同様であるが、HC（ $y = 1.54x + 106$ ,  $R^2 = 0.371$ ）ではP-RSDの濃度がRSDより明らかに高く、バラツキも大きい。また、粒子については、RSDのSFとP-RSDのオパシティは一次的な関係にはない。

こうした結果から、排気ガスの解析については、RSDで測定された延べ4066台の車輛のみを対象とし、NO、CO、HC及び粒子についてはRSDのデータを採用することとした。

#### 3・3 通過車輛の解析

上述の4066台の車輛のうち軽自動車が475台あり、その他の車輛は3591台であった。この延べ3591台のうち、早朝に画像が不鮮明であったことなどから598台の車輛のナンバーを完全に確認することができず、ナンバーの確認できた車輛は2993台であった。さらに、この2993台のうち62台の車輛が複数回（2～4回）調査地点を通過しており、陸運支局に照会して通過車輛の諸元を把握することのできた実車輛数は2926台であった。

以下、この実台数2926台の車輛の特徴を示す。

##### 3・3・1 車種構成

調査地点を通過した車輛の燃料区分別、車種別車輛数を表1に示す。

表から、燃料区分別にはガソリンが最も多く全体の68.9%を占め、次いで軽油の30.4%であった。それ以外ではLPGが14台及びCNGが7台であった。また、車種区分別には小型及び普通乗用の車輛数が

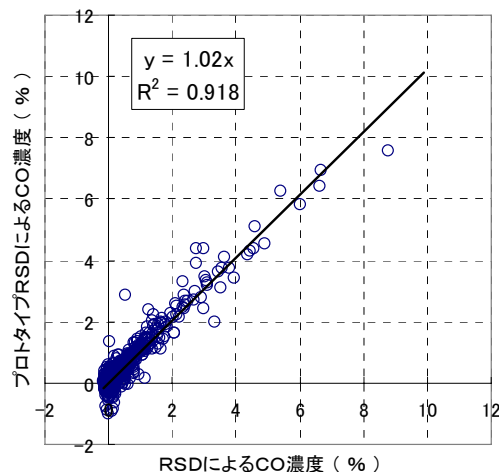


図3 RSD及びプロトタイプRSDのCO濃度の関係

表1 燃料区分別, 車種別車輛数の状況

車種区分 (ナンバー)	燃料区分				合計	
	ガソリン	軽油	LPG	CNG	車輛数	構成割合 (%)
普通貨物(1)	7	557	6	4	574	19.6
特種(8)	11	113	2	3	129	4.4
バス(2)	0	12	0	0	12	0.4
小型貨物(4)	248	164	0	0	412	14.1
普通乗用(3)	823	22	0	0	845	28.9
小型乗用 (5&7)	926	22	6	0	954	32.6
合計 (構成割合%)	2015 (68.9)	890 (30.4)	14 (0.5)	7 (0.2)	2926	100

多く、全体の 61.5%を占めていた。しかしながら、幹線道路であるため貨物も多く小型及び普通貨物で計 33.7%を占めており、このうち大型車に該当する普通貨物は 19.6%であった。

なお、今回の調査地点通過車輛の特徴としては、外国メーカーの車輛数が多いことが挙げられる。把握されたメーカー数は国内が 11 社のところ、外国は 27 社(ホンダオブアメリカ及びニホンフォードを含む)で、その車輛数は実台数で計 150 台であった。

### 3・3・2 車齢

燃料区分別, 車種区分別の車齢(登録時を 0 ヶ月とした 2007 年 1 月までの月齢)の平均値, 最大値及び最小値の状況を表 2 に示す。

表から、全車輛の平均月齢は約 79 ヶ月、6 年半であり、最も車齢の高い車輛は 309 ヶ月で、この車輛は 1982 年初度登録の国産小型乗用車であった。燃料区分別には、軽油はガソリンより約 7 ヶ月車齢が低かった。また、車種区分別には、貨物より乗用の車齢が高い傾向にあった。燃料・車種区分を合わせると、軽油の乗用が普通及び小型とも平均値で 120 ヶ月を超え、車齢が高い傾向にあった。外車は普通乗用が多く、その車齢は国産車より約 9 ヶ月低かった。

### 3・4 軽自動車の解析結果

以下においては、軽自動車の排気ガス中の大気汚染物質濃度の特徴等について示す。なお、ナンバーの画像から軽貨物(4)、軽乗用(5)、特種(8)及び不明に分けて解析した。

#### 3・4・1 軽自動車の大気汚染物質排出濃度

延べ 475 台の軽自動車の車種別大気汚染物質排出濃度の状況を集計し、表 3 に示す。

表2 燃料区分別, 車種別車齢(月)の状況

燃料区分	項目	車種分類(ナンバー)						合計
		普通貨物 (1)	特種 (8)	バス (2)	小型貨物 (4)	普通乗用 (3)	小型乗用 (5&7)	
ガソリン	平均値	80.3	92.5	—	61.5	87.4	81.1	81.3
	最大値	141	172	—	173	238	309	309
	最小値	36	50	—	12	0	0	0
軽油	平均値	69.8	73.6	116.0	69.0	124.7	138.8	73.8
	最大値	222	247	222	258	181	224	258
	最小値	12	13	35	0	75	74	0
LPG	平均値	64.0	93.5	—	—	—	75.7	73.2
	最大値	81	98	—	—	—	107	107
	最小値	37	89	—	—	—	31	31
CNG	平均値	56.8	50.3	—	—	—	—	54.0
	最大値	79	70	—	—	—	—	79
	最小値	19	21	—	—	—	—	19
合計	平均値	69.8	75.0	116.0	64.5	88.4	82.4	78.9
	最大値	222	247	222	258	238	309	309
	最小値	12	13	35	0	0	0	0

表から、全軽自動車の NO 濃度は平均 235ppm で、車種別には軽貨物が 250ppm、軽乗用が 215ppm と軽貨物の濃度が高い。この傾向は他の大気汚染物質でも概ね同様で、軽貨物は軽乗用に比べて排気ガス

表3 軽自動車の車種別大気汚染物質排出濃度

装置	汚染質	項目	軽貨物	軽乗用	特種	不明	合計
RSD	NO	データ個数	172	274	5	12	463
		最大値	2660	2660	1320	1150	2660
		最小値	-156	-223	-25	-24.7	-223
		平均値	250	215	808	242	235
		標準偏差	495	459	507	323	474
	CO	データ個数	176	281	5	12	474
		最大値	7.62	6.68	2.34	3	7.62
		最小値	-0.106	-0.119	0.383	-0.028	-0.119
		平均値	0.577	0.307	1.07	0.557	0.422
		標準偏差	1.16	0.785	0.773	0.886	0.953
	HC	データ個数	176	282	5	12	475
		最大値	2370	1880	338	721	2370
		最小値	-97.8	-104	-5.2	-26.8	-104
		平均値	128	74.8	157	81.5	95.5
		標準偏差	283	198	111	197	234
SF	データ個数	176	279	5	12	472	
	最大値	0.334	0.401	0.066	0.166	0.401	
	最小値	-0.045	-0.072	0.014	-0.028	-0.072	
	平均値	0.0417	0.0241	0.0434	0.0283	0.0310	
	標準偏差	0.0582	0.0471	0.0182	0.0481	0.0521	
プロトタイプ	NO <sub>2</sub>	データ個数	98	163	5	8	274
		最大値	93.1	99.6	59.3	20.2	99.6
		最小値	-79	-76	-75.3	-59.2	-79
		平均値	1.64	2.72	2.12	-17.7	1.73
		標準偏差	31.9	26.6	53.7	25.0	29.5
	SO <sub>2</sub>	データ個数	98	164	5	8	275
		最大値	49.9	30	8.4	13.1	49.9
		最小値	-15.6	-24	-5.4	-6.4	-24
		平均値	5.01	2.28	-0.44	3.64	3.24
		標準偏差	10.3	9.16	4.79	6.58	9.55
	NH <sub>3</sub>	データ個数	98	163	5	8	274
		最大値	1510	1620	784	473	1620
		最小値	-13.9	-33.3	54	-35.6	-35.6
		平均値	185	145	374	92.6	162
		標準偏差	289	242	237	157	261

中の汚染物質の濃度が高い状況にある。この結果は第1回調査<sup>2)</sup>の市原平成通りにおける傾向と同様であるが、今回測定されたNO等汚染物質の濃度は第1回調査の測定値より全般的に低い値となっている。

軽自動車の測定値が第1回調査の結果より低い値となったが、ガソリン車やディーゼル車でも低い測定値を示した項目は比較的多い。この原因について見るため、第1回調査及び今回の調査において大気汚染物質濃度の測定された軽自動車の速度及び加速度の出現状況をそれぞれ図4及び図5に示す。

図4から、第1回調査時の軽自動車の车速は40～50km/時の出現率が50%以上あることが分かる。また、図5から加速度も0～1km/時/秒の出現率が50%以上あると伴に、負の加速度が殆どないことが分かる。これに対して、今回の調査は速度や加速度の出現状況も様々であり、このことから第1回調査は今回の調査より円滑な流れの交通状況で排気ガスの測定が行われたと言える。こうした円滑な流れの中では排気ガスが拡散し易い状況となり、RSDによる測定は精度が低下してバラツキが大きくなる傾向にある。こうした精度低下の影響が排気量の小さい軽自動車に顕著に及んだものと推定される。

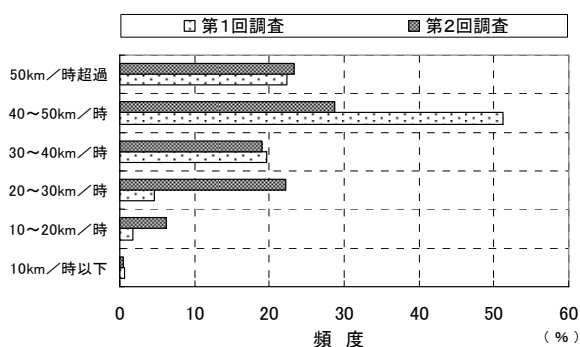


図4 軽自動車における速度出現状況

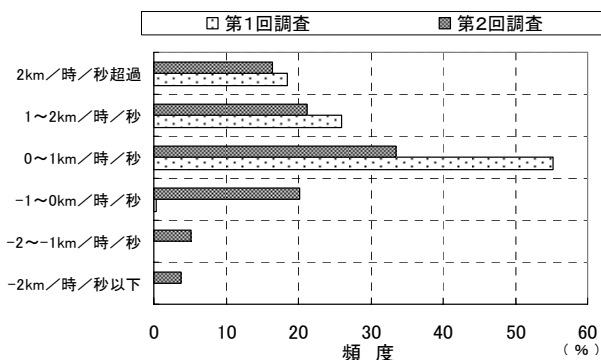


図5 軽自動車における加速度出現状況

P-RSDで測定された項目のうちNO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>については、表3の値やP-RSDの測定精度から軽自動車が排出する大気汚染物質とは言えない。一方、NH<sub>3</sub>は相当の高濃度データが測定されており軽自動車からの排出は明らかで、排ガス処理の触媒による還元反応により発生したものと推定される。NH<sub>3</sub>自身は排ガス規制の係る汚染物質ではないが、大気中での反応、粒子化などの観点から注意を要する。

### 3・4・2 JCAP II方式によるハイエミッタの解析

次に、JCAP II<sup>1)</sup>の方法にしたがって、軽自動車のハイエミッタ<sup>1,2)</sup>について解析した。

JCAP IIの方法では、ガソリン車を対象として10・15モードの速度・加速度領域を考慮し、速度が10～50km/時で加速度が0～2km/時/秒の範囲のRSD濃度データのうち、

NO : 1250ppm

CO : 2%

HC : 1000ppm (プロパン換算)

の基準値を超える車両をハイエミッタとしている。ここでは、この方法にしたがって延べ475台の軽自動車から、速度・加速度条件の適合する対象車両を延べ173台抽出した。

その結果、NO、CO及びHCの全てを超過する車両は認められなかったが、173台中20台11.6%がハイエミッタに該当していた。また、車種区分別には、軽貨物では60台中8台13.3%が、軽乗用では110台中12台10.9%がハイエミッタに該当していた。

### 3・5 CNG車及びLPG車の解析結果

CNG車延べ7台及びLPG車延べ16台の排気ガス中の大気汚染物質濃度測定結果を表4に示す。ただし、CNG車及びLPG車にはガソリン型とディーゼル型があり、濃度の評価には注意を要する。

表4から、CNG車については、NH<sub>3</sub>を除く汚染物質の濃度はいずれも低く、CNG車が低公害車であることを裏付けている。一方、NH<sub>3</sub>濃度は平均419ppmで、一定の排出が認められる。

LPG車については、NO、CO、HC及びSFのいずれも平均的に高い値となっている。これは何台かの高濃度排出車の測定結果が平均値を引き上げたもので、前項で示したJCAP IIのガソリン車に対する

表4 CNG車及びLPG車大気汚染物質排出濃度

車種	区分	RSD				プロトタイプRSD		
		NO	CO	HC	SF	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
CNG車	データ個数	7	7	7	7	6	6	5
	最大値	48	0.116	68.7	0.041	39.4	14.4	480
	最小値	-15	-0.1	-45.6	-0.036	-22.6	-3.8	315
	平均値	17.5	0.0324	39.8	0.00686	3.58	4.2	419
	標準偏差	21.4	0.0717	37.5	0.0265	19.4	6.32	64.0
LPG車	データ個数	16	16	16	15	16	16	13
	最大値	3520	4.91	1010	0.052	145	32.1	2360
	最小値	-129	-0.016	0.5	-0.038	-112	-2.6	43.5
	平均値	387	0.837	145	0.0134	-5.14	7.46	511
	標準偏差	886	1.23	244	0.0220	48.6	10.1	633

基準濃度のうち NO の 1250ppm を超えた車両が 2 台, CO の 2% を超えた車両が 2 台, HC の 1000ppm を超えた車両が 1 台あり, データ数の少ない中でこれらの値が平均値を高くしたと言える。いずれにしても, CNG 車や LPG 車は測定車両数が少なく, データを蓄積しての評価が必要である。

また, LPG 車について P-RSD で測定された項目のうち, NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> は軽自動車と同様に LPG 車の排気ガス成分として問題となる物質とは言えない。一方, NH<sub>3</sub> は LPG 車からも排出されており, CNG 車及び LPG 車とも軽自動車と同様に触媒による還元反応から NH<sub>3</sub> が発生するものと考えられる。

### 3・6 ガソリン車の解析結果

#### 3・6・1 ガソリン車の大気汚染物質排出濃度

延べ 2041 台のガソリン車の大気汚染物質排出濃度の状況を車種別に集計し, 表 5 に示す。

ガソリン車では, 表の NO, CO 及び SF 濃度平均値は第 1 回調査<sup>2)</sup> より低い, HC 濃度はやや高い値となっている。ただし, 車両数の多い小型貨物, 普通乗用及び小型乗用の平均値を比較すると, 車種別, 大気汚染物質別平均値の大小関係はほぼ第 1 回調査と同様である。表から, 全ガソリン車の平均 NO 濃度は 160ppm, 平均 CO 濃度は 0.209%, そして平均 HC 濃度は 50.6ppm である。

また, P-RSD で測定された項目のうち, NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> は軽自動車等と同様にガソリン車が排出する大気汚染物質とは考えられない。ただし, 測定車両数の多い乗用車類の NO<sub>2</sub> 濃度最大値は, 軽自動車などと比較するとやや大きな値を示しており注意を要する。一方, NH<sub>3</sub> については, 平均値等からガソリン車の排気ガスに含まれていることは明瞭であり,

軽自動車などと同様に触媒による還元反応から発生すると考えられる。

なお, ガソリン車については, 第 1 回調査と同様に排気ガス中の大気汚染物質間にはいずれも比較的良好な相関関係が認められた。特に, NO 濃度と CO 濃度の関係については, 第 1 回目調査ほど顕著ではないが, 3 つの関係に分かれる<sup>2)</sup> 傾向があった。

#### 3・6・2 JCAP II 方式によるハイエミッタの解析

前述の JCAP II の速度・加速度の条件により, 延べ 579 台のガソリン車を抽出して解析した。

その結果, NO, CO 及び HC の全てを超過する車両は認められなかったが, 全ガソリン車 579 台中 27 台 4.7% がハイエミッタに該当していた。また, 車種区分別には, 小型貨物では 67 台中 4 台 6.0%, 普通乗用では 208 台中 10 台 4.8%, 小型乗用では 299 台中 12 台 4.0% がハイエミッタに該当していた。さらに, 台数は少ないが普通貨物は 1 台中 1 台がハイエミッタに該当していたが, 特種ではハイエミッタに該当する車両はなかった。これらの割合は, 第 1 回調査に比べ 2 分の 1 程度の値であった。

表5 ガソリン車の車種別大気汚染物質排出濃度

装置	汚染質	項目	普通貨物	特種	小型貨物	普通乗用	小型乗用	合計
RSD	NO	データ個数	7	13	250	810	905	1985
		最大値	2010	647	2650	2620	3260	3260
		最小値	-41.5	-110	-189	-212	-216	-216
		平均値	341	57.3	132	166	162	160
		標準偏差	686	186	329	414	395	396
	CO	データ個数	7	11	255	822	931	2026
		最大値	0.287	2.69	5.41	9.91	8.77	9.91
		最小値	-0.009	-0.012	-0.136	-0.149	-0.133	-0.149
		平均値	0.0986	0.339	0.240	0.197	0.210	0.209
		標準偏差	0.110	0.756	0.739	0.592	0.537	0.589
	HC	データ個数	7	13	255	822	935	2032
		最大値	65.2	52.6	5890	2500	2420	5890
		最小値	-16.2	-139	-74.1	-76.5	-97.2	-139
		平均値	35.5	-0.0385	86.1	51.1	41.4	50.6
		標準偏差	25.9	52.5	397	166	146	203
	SF	データ個数	7	13	252	817	926	2015
		最大値	0.04	0.041	0.567	0.283	0.447	0.567
		最小値	-0.028	-0.033	-0.054	-0.077	-0.094	-0.094
		平均値	0.017	0.0107	0.0168	0.0141	0.0115	0.0133
		標準偏差	0.0209	0.0212	0.0440	0.0332	0.0325	0.0344
プロトタイプ	NO <sub>2</sub>	データ個数	5	6	176	507	597	1291
		最大値	111	113	200	331	571	571
		最小値	-56.5	-13.1	-298	-378	-200	-378
		平均値	10.5	18.0	-3.80	4.35	7.96	4.99
		標準偏差	58.4	43.4	43.7	44.5	48.3	46.4
SO <sub>2</sub>	データ個数	5	6	176	509	601	1297	
	最大値	13.7	11.8	36	34.1	72.9	72.9	
	最小値	-23	-10.9	-19.6	-49.7	-26.1	-49.7	
	平均値	0.200	2.43	1.78	2.56	2.87	2.59	
	標準偏差	13.3	8.37	7.36	7.96	8.67	8.26	
NH <sub>3</sub>	データ個数	3	6	172	505	594	1280	
	最大値	200	1060	1440	1390	2000	2000	
	最小値	31.5	2.3	-23.3	-35.7	-54.9	-54.9	
	平均値	109	226	136	173	221	190	
	標準偏差	69.4	374	214	224	303	265	



そこで、車齢によるハイエミッタ出現状況について検討するため、一例として抽出した延べ579台のガソリン車のNO濃度と登録年との関係をそれぞれ図6に示す。図から、NOでは概ね2001年以前の登録車にハイエミッタが認められるが、2005年に初度登録された車両1台がハイエミッタに該当していた。この車両は2005年6月に初度登録されているが、規制の年次はやや古い平成13年規制の1.7t超3.5t以下トラックのTC車であった。

なお、COでは1999年以前の登録車にハイエミッタが認められ、HCでは1997年に登録された普通乗用のE車1台のみがハイエミッタに該当していた。

### 3・6・3 型式別大気汚染物質排出状況

同一型式のガソリン車で20台以上の大気汚染物質濃度を測定することのできた乗用車について、型式別の汚染物質濃度平均値を表6に示す。

表から、NOでは小型乗用は概ねTA車（平成12年規制の25%低減レベル）以降の車両で平均値が100ppm以下、普通乗用ではGH車（平成12年規制）以降100ppm以下となった傾向は第1回調査と同様であるが、小型乗用のLA車（平成12年規制の50%低減レベル）がやや高くNO濃度平均値は111ppmであった。一方、HCについては、第1回調査では普通乗用及び小型乗用ともGH車以降平均値が概ねマイナス値を示していたが、今回の調査では普通乗用のDBA車（平成17年規制の75%低減レベル）だけとなっている。また、COについては、規制年度にしたがって平均値が低下する傾向は第1回調査と同様である。

また、P-RSDによるNH<sub>3</sub>濃度平均値も傾向としては規制年度により低下するが、小型乗用のUA車

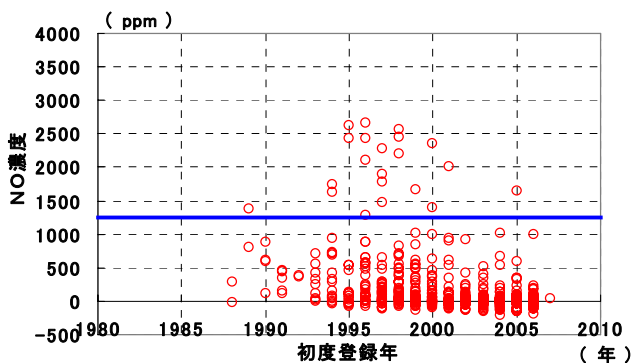


図6 NO濃度と登録年の関係

表6 型式別大気汚染物質排出濃度平均値

識別記号	項目	普通乗用	小型乗用	識別記号	項目	普通乗用	小型乗用
E (昭和53年度規制)	車両数	287	246	LA (平成12年規制)	車両数	25	67
	NO	345	335		NO	35.6	111
	CO	0.391	0.447		CO	0.0642	0.0697
	HC	104	93.5		HC	10.1	25.5
	SF	0.0215	0.0200		SF	0.00700	0.00573
	NH <sub>3</sub>	268	371		NH <sub>3</sub>	124	91.7
GF (平成10年規制)	車両数	118	156	UA (平成12年規制)	車両数	54	121
	NO	200	288		NO	32.8	21.7
	CO	0.184	0.264		CO	0.0543	0.107
	HC	54.5	70.2		HC	16.4	2.30
	SF	0.0210	0.0182		SF	0.00744	0.00493
	NH <sub>3</sub>	214	324		NH <sub>3</sub>	78.2	156
GH (平成12年規制)	車両数	76	20	CBA (平成17年規制)	車両数	59	90
	NO	25.1	112		NO	40.0	35.6
	CO	0.0808	0.0653		CO	0.0119	0.0809
	HC	20.0	14.3		HC	10.13	7.25
	SF	0.00431	0.00740		SF	0.00940	0.00402
	NH <sub>3</sub>	91.4	177		NH <sub>3</sub>	98.6	66.7
TA (平成12年規制)	車両数	103	97	DBA (平成17年規制)	車両数	82	138
	NO	70.6	55.3		NO	1.31	8.41
	CO	0.0897	0.101		CO	0.0734	0.0478
	HC	23.2	19.4		HC	3.39	-0.125
	SF	0.0102	0.0116		SF	0.00422	0.00301
	NH <sub>3</sub>	125	139		NH <sub>3</sub>	62.5	120

（平成12年規制の75%低減レベル）が156ppm及びDBA車が120ppmで、新しい型式にも高い濃度が認められる。したがって、NH<sub>3</sub>濃度は規制年次にも依存するが、より以上に個々の車両の排ガス処理又は触媒劣化の状況が排出濃度の支配要因となっていると考えられる。

### 3・7 ディーゼル車の解析結果

#### 3・7・1 ディーゼル車の大気汚染物質濃度測定値

冒頭に述べたようにディーゼル車の濃度測定値を実排出濃度としてそのまま評価することはできないが、第1回調査結果<sup>2)</sup>との比較のため延べ929台のディーゼル車の大気汚染物質排出濃度の測定値の状況を車種別に集計し、表7に示す。

ここまでの結果からRSDで測定されたNO、CO、HC及びSFについて、表3の軽自動車及び表5のガソリン車と表7を比較すると、ディーゼル車はNOやSFで最も高い値が測定されている傾向は第1回調査と同様であるが、今回の調査ではHCも最も高い値が測定されている。これは、ディーゼル車ではNO及びSFは前回の測定値よりやや低く、CO及びHCはやや高い値が測定された影響と考えられる。こうした点を除くと、軽自動車、ガソリン車及びディーゼル車の測定値の傾向は、概ね第1回調査結果と同様である。

表7 ディーゼル車の車種別大気汚染物質濃度測定値

装置	汚染質	項目	普通貨物	特種	バス	小型貨物	普通乗用	小型乗用	合計	
R	NO	データ個数	586	115	13	169	21	22	926	
		最大値	3310	3160	1260	1830	712	871	3310	
		最小値	-76.8	-22.1	218	-43.6	22.8	58.8	-76.8	
		平均値	928	968	619	529	331	270	827	
		標準偏差	513	568	267	352	165	180	520	
	CO	データ個数	576	114	12	169	22	22	915	
		最大値	0.456	2.23	0.12	1.67	1.11	0.121	2.23	
		最小値	-0.148	-0.135	-0.098	-0.12	-0.085	-0.121	-0.148	
		平均値	0.0284	0.0492	0.0182	0.0517	0.0821	0.0176	0.0362	
		標準偏差	0.0743	0.223	0.0673	0.151	0.250	0.0592	0.125	
	D	HC	データ個数	587	115	13	170	22	22	929
			最大値	1540	5540	495	677	632	240	5540
最小値			-108	-19.3	47.4	-46.2	-22.1	-28	-108	
平均値			140	161	231	98.0	79.6	63.3	133	
標準偏差			178	515	124	107	129	53.6	238	
S	SF	データ個数	584	115	13	169	22	22	925	
		最大値	4.21	1.25	0.361	0.673	1.41	0.648	4.21	
		最小値	-0.069	-0.011	0.009	-0.038	0.023	-0.008	-0.069	
		平均値	0.141	0.133	0.213	0.111	0.183	0.122	0.136	
		標準偏差	0.249	0.172	0.105	0.104	0.279	0.130	0.218	
プロトタイプ	NO <sub>2</sub>	データ個数	421	87	11	97	14	10	640	
		最大値	1810	757	752	553	315	118	1810	
		最小値	-397	-167	62.5	-237	-66.9	-3.1	-397	
		平均値	149	151	296	112	67.0	59.1	143	
		標準偏差	195	157	224	131	84.3	31.9	181	
	SO <sub>2</sub>	データ個数	421	87	11	98	14	10	641	
		最大値	123	42.9	20.3	21.7	11.4	9	123	
		最小値	-68.5	-18.9	-10.5	-10.5	-25.1	-7.9	-68.5	
		平均値	4.14	3.83	3.95	3.34	-2.10	-1.18	3.75	
		標準偏差	14.7	10.5	9.09	6.19	10.7	5.28	12.9	
RSD	NH <sub>3</sub>	データ個数	412	87	11	97	14	10	631	
		最大値	462	51.9	27.6	38.3	78.3	20.8	462	
		最小値	-76	-63.3	-29.9	-37.1	-20.2	-23	-76	
		平均値	0.347	0.421	-3.08	0.724	3.81	2.48	0.466	
		標準偏差	29.9	17.7	15.0	12.9	22.4	10.6	25.9	

また、P-RSDで測定されたNO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>及びNH<sub>3</sub>のうち、NO<sub>2</sub>はその最大値及び平均値等からガソリン車などとは異なり、明らかにディーゼル車の排気ガス中に含まれていることが伺える。一方、SO<sub>2</sub>及びNH<sub>3</sub>は平均値等から基本的にはディーゼル車の排気ガス中に含まれていないと考えられる。ただし、SO<sub>2</sub>濃度最大値については、軽自動車やガソリン車では観測されなかった100ppmを超える高濃度が測定されており、硫黄分を含む重油等が混合された不正軽油を使用している車輛の存在が疑われる。

### 3・7・2 車輛総重量2.5t超ディーゼル車の 大気汚染物質排出率の状況等

ここでは、車輛総重量2.5t超のディーゼル車を対象として、環境省が使用過程車に対して実施した委託調査<sup>5,6)</sup>の方法にしたがい、濃度データから[1]～[4]式によって排出率(g/kgFuel)を求めて解析、検討した。ただし、この排出率はCO<sub>2</sub>>>CO、HCと仮定して係数を掛け求められているが、P-RSDではCO<sub>2</sub>、CO及びHC濃度から測定対象大気汚染物質の排出率を自動算出している。したがって、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>及びNH<sub>3</sub>排出率は、こうして算出された値をそのまま使用している。

$$\text{NO 排出率} = \text{NO 濃度} \times 21.8 \times 10^{-3} \quad [1]$$

$$\text{HC 排出率} = \text{HC 濃度} \times 19.9 \times 10^{-3} \quad [2]$$

$$\text{CO 排出率} = \text{CO 濃度} \times 133 \quad [3]$$

$$\text{PM 排出率} = \text{SF} \times 10 \quad [4]$$

車輛総重量2.5t超のディーゼル車計861台を対象に各大気汚染物質の排出率を求め、規制区分別に集計した結果を表8に示す。また、第47回大気環境学会の報告<sup>7)</sup>において、NO及びPM排出率から車輛総重量2.5t超のディーゼル車(トラック・バス)を対象に基準値を設定し、RSD計測値の高い車の解析が行われている。そこで、この報告にしたがって、車輛総重量2.5t超のディーゼル車を対象に規制区分毎の基準値に対するNO及びPM排出率の高い車の出現状況を表9に示す。

表8から、規制区分毎のデータ数にバラツキがあるが、NO、CO、HC及びPM排出率は平均的にはより新しい規制区分の車輛の排出率が低い傾向にある。一方、NO<sub>2</sub>及びNH<sub>3</sub>排出率はより新しい規制区分の車輛でむしろ増加する傾向にあり、排ガスの後処理対策におけるEGRの採用や酸化触媒の利用等の影響と推察される。この結果は、環境基準対象物質であるNO<sub>2</sub>について、道路沿道における今後の環境濃度の動向を注視する必要があることを示唆している。また、SO<sub>2</sub>では新短期或いは新長期規制の平均値が低いが一貫した傾向とは言えず、個々の車輛の燃料中S分に依存していると言える。

表9から、NO排出率が基準値を超過した車輛は、計859台中短期規制の1台のみ0.1%の超過率であった。一方、PM排出率については、長期規制以前の車輛に基準値を超える車輛が認められ、超過率の最も高かったのは計43台中3台が基準値を超えたS63～H4規制の7.0%であった。また、全対象車輛861台中PM排出率が基準値を超えたのは、10台1.2%であった。

## 4 まとめ

RSDを用いた2回の調査により、県内の使用過程車の走行による大気汚染物質の排出実態の一端を明らかにすることができた。RSDによる排気ガス測定については厳しい評価<sup>8)</sup>もあるが、使用過程車の

表 8 規制区分別大気汚染物質排出率の状況

装置	項目	規制	S57~62年	S63~H4年	短期規制	長期規制	新短期規制	新長期規制	合計
		項目	規制	規制					
RSD	NO 排出率	データ数	4	43	184	364	237	27	859
		最大値	53.6	57.0	72.2	64.3	62.4	28.3	72.2
		最小値	16.0	6.15	2.42	0.00872	-1.67	1.10	-1.67
		標準偏差	15.2	9.48	10.3	11.9	10.7	6.28	11.3
	CO 排出率	データ数	4	41	184	360	230	28	847
		最大値	11.7	25.1	222	296	32.3	30.9	296
		最小値	2.93	-15.6	-19.7	-16.4	-18.0	-18.2	-19.7
		標準偏差	3.42	9.03	19.7	18.7	8.07	9.97	16.2
	HC 排出率	データ数	4	43	184	365	237	28	861
		最大値	5.87	30.0	30.6	110	17.2	4.31	110
		最小値	2.31	0.633	0.00	-1.44	-2.16	-0.247	-2.16
		標準偏差	1.28	5.51	4.37	6.02	1.71	0.952	4.87
PM 排出率	データ数	4	43	184	365	237	28	861	
	最大値	3.61	17.8	42.1	12.5	6.06	0.81	42.1	
	最小値	1.46	0.54	0.31	-0.45	-0.69	-0.12	-0.69	
	標準偏差	0.813	3.46	3.72	0.962	0.525	0.263	2.20	
プロトタイプ	NO <sub>2</sub> 排出率	データ数	3	37	133	277	168	22	640
		最大値	5.05	39.8	16.1	10.9	26.4	17.3	39.8
		最小値	2.66	-0.721	-8.00	-8.65	-5.05	-4.07	-8.65
		標準偏差	1.03	7.06	3.35	2.52	4.96	6.19	4.04
	SO <sub>2</sub> 排出率	データ数	3	37	133	278	168	22	641
		最大値	0.232	2.57	1.46	3.75	0.727	0.620	3.75
		最小値	-0.117	-0.578	-2.05	-1.07	-1.39	-1.12	-2.05
		標準偏差	0.146	0.651	0.436	0.386	0.266	0.466	0.399
	NH <sub>3</sub> 排出率	データ数	3	32	122	260	155	19	591
		最大値	0.0511	0.242	0.550	0.725	0.572	3.71	3.71
		最小値	-0.137	-0.490	-0.441	-0.615	-0.509	-0.106	-0.615
		標準偏差	0.0774	0.162	0.148	0.139	0.123	0.864	0.212

排気ガスの性状を把握するための有力な手段であることは否定できないと考えている。

引用文献

- 1) JCAPII : RSD によるガソリン車ハイエミッタの排出量推計. 平成 16 年度技術報告書 (2004).
- 2) 竹内和俊 : リモートセンシングによる自動車排気ガス実態調査 (I) - 地域の生活道路における調査結果 -. 千葉県環境研究センター年報,

表 9 規制区分別 RSD 計測値の高い車出現状況

項目	規制	S57~62年	S63~H4年	短期規制	長期規制	新短期規制	新長期規制	合計
		規制	規制					
NO 排出率	遅べ車輛数	4	43	184	364	237	27	859
	基準値 (g/kgFuel)	70	70	70	70	70	70	70
	遅べ超過車輛数	0	0	1	0	0	0	1
	超過率 (%)	0	0	0.5	0	0	0	0.1
PM 排出率	遅べ車輛数	4	43	184	365	237	28	861
	基準値 (g/kgFuel)	8	8	8	5	2	2	-
	遅べ超過車輛数	0	3	6	1	0	0	10
	超過率 (%)	0	7.0	3.3	0.3	0	0	1.2

- 6, 195~203 (2006).
- 3) 三角明裕 : 新規自動車排出ガス測定方法 リモートセンシング. PETROTECH, 28(1), 22~26 (2005).
- 4) Daniel A. Burgard, Thomas R. Dalton, Gary A. Bishop, John R. Starkey and Donald H. Stedman : Nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and ammonia detector for remote sensing of vehicle emissions, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 77, 014101 (2006).
- 5) (株)数理計画 : 平成 15 年度環境省委託業務報告書使用過程車 NO<sub>x</sub>・PM 低減対策調査 (2004).
- 6) (株)数理計画 : 平成 16 年度環境省委託業務報告書使用過程車 NO<sub>x</sub>・PM 低減対策調査 (2005).
- 7) 斉藤正明, 小林伸治, 飯田訓正 : 道路走行車両における RSD 計測値の高い車の出現率, 第 47 回大気環境学会講演要旨集, 3D1048 (2006).
- 8) Tom Austin, Andrew D. Burnette, Rob Klausmeier and Bob Slott : Review of Literature on Remote Sensing Device, 0187.00.002.001 (2004).

Investigation of Real World Conditions of Car Exhaust Emission by the Remote Sensing Device (II)

- Findings in the Main Trunk Road in Chiba Prefecture -

Kazutoshi Takeuch

2006 年 4 月に実施した第 1 回調査に引き続き, 2007 年 1 月に第 2 回調査として千葉県内の主要幹線道路の一つである国道 51 号を対象に調査を実施した。前回調査の生活道路に比べ今回調査の幹線道路は円滑な交通状況になかったため, 一部に数値的な差異が認められるが, 測定結果の傾向は概ね同様であった。なお, 今回の調査ではプロトタイプ RSD も使用したことから, 車輛総重量 2.5t 超のディーゼル車では規制年次の新しい車輛ほど NO<sub>x</sub> 排出率は低いが, NO<sub>2</sub> 排出率は高いことなど新たな知見も得られた。