2. 固定発生源からの炭化水素調査

── 油槽所および給油所 ──

植山洋一，高田敏夫，稲津悦朗

I 緒　言

炭化水素は，窒素酸化物と共に光化学オキシダントの生因物質であり，固定発生源（石油類の製造，貯蔵，輸送，販売あるいは印刷・塗装関係など）および移動発生源（自動車など）から排出されている。これに対して，昭和51年に大気中炭化水素濃度の指針として「午前6時から9時までの非メタン炭化水素の3時間平均値が0.20ppmCから0.31ppmCの範囲」が示され，また大都市などでは，排出口あるいは敷地境界において炭化水素類の発生源規制指導が実施されている。[1)]

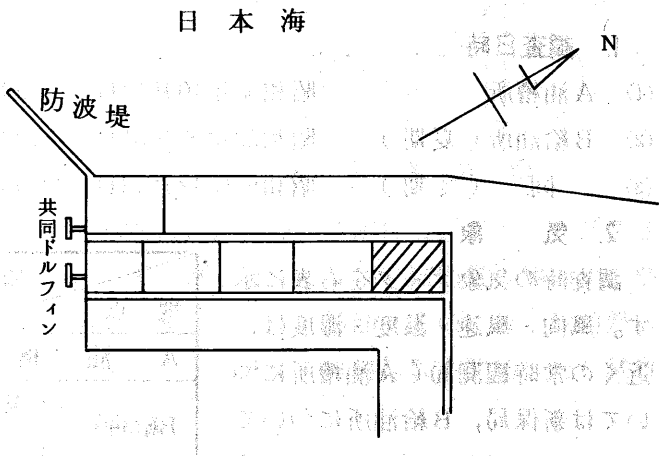
環境での炭化水素汚染を解明するには，これら各種発生源からの排出ガスの特性について把握しておく事が必要と思われ，このため今回，石油類の貯蔵をしている油槽所および販売をしている給油所の，蒸発揮散の多いガソリン関係の施設について調査を実施したので，その結果を報告する。

II 調査施設の概要

1. A油槽所

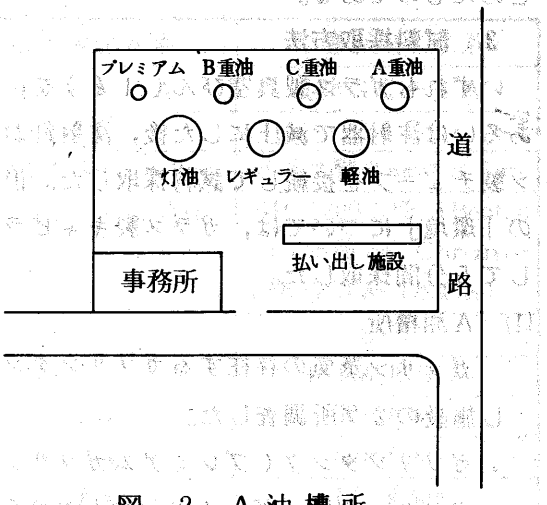
本油槽所は，図－1に示すように石油配分基地の中に，立地している。

石油配分基地は，本県の臨海工業地帯の一角にあり，県外石油精製施設からタンカーで運ばれた石油製品を貯蔵し，ここから随時需要先へタンクローリー等で送り出す中継基地である。面積が15.5haあり，7社5グループが立地している。



図－1　石油配分基地（斜線部はA油槽所）

貯蔵タンクの総数は44基で，その容量は990kℓから5,520kℓまで種々あり，総容量は134,704kℓである。また石油製品毎の貯蔵最大数量の割合は，プレミアムガソリン5％，レギュラーガソリン19％，灯油25％，軽油14％，A重油10％，B重油8％，C重油17％およびジェット機燃料2％で，灯油の割合が最も多い。他に循滑油をドラム缶で貯蔵している。



図－2　A油槽所

図－2に示すように，本油槽所には貯蔵タンクが7基あり，そのうちプレミアムガソリンおよびレギュラーガソリンの貯蔵最大数量は，それぞれ990kℓ，4,380kℓである。県外石油精製施設からガソリンタンカー（積み込み量1,500kℓ）で，一昼夜かけて運搬され，共同ドルフィンからパイプラインを通して貯蔵タンクへ送油される。本油槽所の場合，ガソリ

ンタンカーは月4回程度運航される。

取扱量は，年間プレミアムガソリンおよびレギュラーガソリンそれぞれ約1,000kℓ，80,000kℓである。

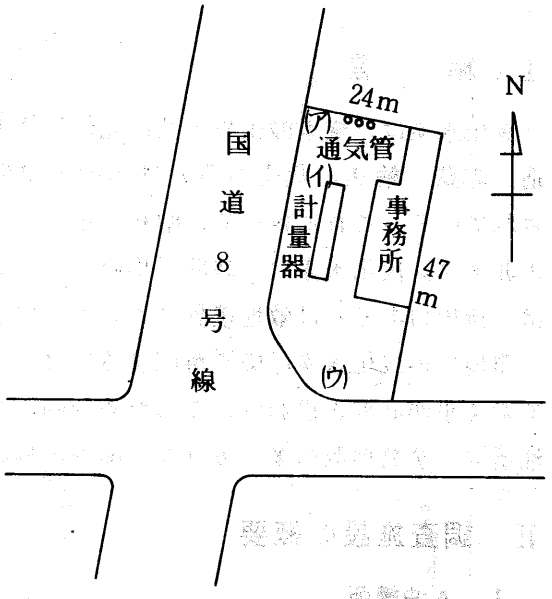
なおプレミアムガソリンタンク，レギュラーガソリンタンク共に，固定屋根付浮屋根形式（ＣＦＲＴ）で，固定屋根タンク（ＣＲＴ）にみられるような呼吸によるガス排出も，受け入れによるガス排出も，極微量と言われている。[1)]

2. B給油所

本給油所は，図－3に示すように交通量の多い国道8号線に面しており，周囲は自動車販売店，飲食店，金融機関などの建物あるいは住宅が密集している。

地下には，10kℓのタンクがプレミアムガソリン1基，レギュラーガソリン2基設置されており（図－6参照），計量器を用いて販売している。

なお調査時には，地下タンクに（夏期）プレミアムガソリン1,950ℓ，レギュラーガソリン(1)4,500ℓ，同(2)4,350ℓ，（冬期）プレミアムガソリン2,600ℓ，レギュラーガソリン(1)5,980ℓ，同(2)3,900ℓの残量があった。



図－3　B給油所

Ⅲ　調査方法

1. 調査日時

①	A油槽所	昭和58年10月13日	9：40～11：00
②	B給油所（夏期）	昭和59年8月31日	10：00～11：00
③	同　（冬期）	昭和59年12月13日	9：20～10：10

2. 気　象

調査時の気象データを右表に示す。風向・風速・温度・湿度は，近くの常時観測局（A油槽所については新保局，B給油所についてはセンター局）のデータをとりまとめたものである。

地点＼項目		天気	風向	風速(m/sec)	温度(℃)	湿度(%)
A油槽所		うすぐもり	SSE	3	22	50
B給油所	（夏期）	晴れ	SSW	2	28	60
	（冬期）	快晴	N	6	11	50

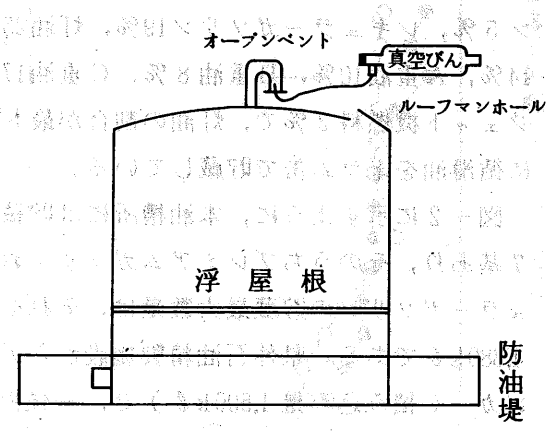
3. 試料採取方法

いずれもガラス製真空びん（1ℓ）を，真空ポンプあるいは注射器で減圧にした後，注射針およびテフロン製チューブを接続して試料採取した。但しB給油所の「環境」については，ガラス製キャピラリーを接続して5分間採取した。

(1)　A油槽所

ガソリン蒸気の存在するガソリンタンクと払い出し施設の2ケ所調査した。

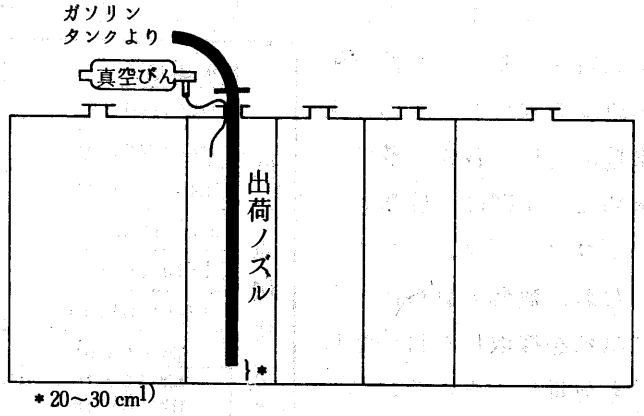
ガソリンタンク（プレミアムガソリン，レギュラーガソリン）は，図－4に示すとおり金網の張ってあるオープンベントに注射針をさし込み，またルー



図－4　ガソリンタンク

フマンホールのふたを開けてそれぞれ試料を採取した。（試料数４）

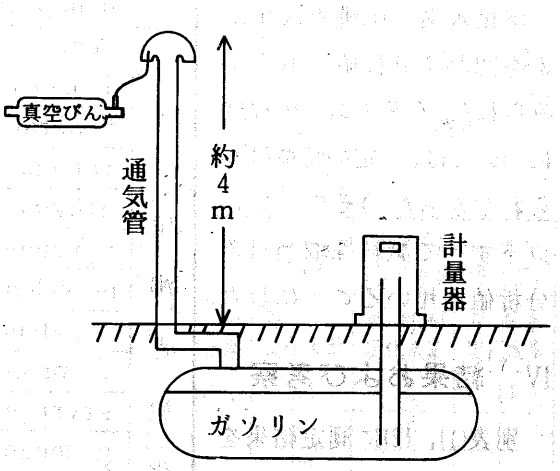
ガソリンタンクからタンクローリーへ給油する施設　－払い出し施設（本油槽所には６ケ所ある）－は，図－５に示すとおりレギュラーガソリンを２kℓ 給油する際に，ハッチから出荷ノズルに沿ってチューブをさし込みタンクローリーのタンク上部の試料を，給油開始直後，中頃，終了近くの３回採取した。以下この試料をそれぞれNo.１，No.２，No.３という。２kℓ給油するのに約３分間要した。（試料数３）



図－５　払い出し施設

(2)　B給油所

図－３に示すとおり，ガソリン蒸気が排出される通気管（図－６参照），乗用車に計量器から給油する時（以下「給油時」という）および計量器をはさんで反対側の(ア)，(ウ)地点，計量器の近くの(イ)地点（夏期のみ）の３地点（以下「環境」という）について調査した。



図－６　通　気　管

通気管は，プレミアムガソリン，レギュラーガソリン(1)，レギュラーガソリン(2)（冬期のみ）の３ケ所の管の出口にチューブをさし込み採取した（試料数５）。給油時は２台の乗用車の燃料タンク給油口に，出荷ノズルに沿ってチューブをさし込み，燃料タンク上部の試料を，給油開始直後，中頃，終了近くの３回（給油量の関係で一部２回）採取した。以下この試料をそれぞれNo.１，No.２，No.３という。給油するのに数十秒間要した（試料数10）。環境はそれぞれ車が１台給油開始するのと同時に，試料採取を開始した（試料数５）。

4.　分析方法

持ち帰った試料を，注射器で10$\mu\ell$～100mℓ程度分取し，濃縮管に真空ポンプで引きながら打ち込み（B給油所の環境試料については真空びんを加熱して約20分間かけて同様に打ち込み），表－１の分析条件で分析した。分析した炭化水素成分は表－２に示すとおりである。

低沸点炭化水素成分はプロパン，中沸点炭化水素成

表－１　分析条件

	低沸点炭化水素	中沸点炭化水素
ガスクロマトグラフ	島津ＧＣ－７Ａ	島津ＧＣ－５Ａ
検出器	ＦＩＤ	ＦＩＤ
カラム	ガラス製３mmϕ×３m	ガラス製３mmϕ×３m
カラム充填剤	ApiezonL 1%on Alumina	SP-1200 5% +Benton 34 1.75% on Chromosorb W(AW-DMCS)
カラム温度	90℃	85℃
キャリアーガス	超高純度ヘリウム	超高純度窒素
キャリアーガス流量	50mℓ/min	50mℓ/min
水素流量	40mℓ/min	50mℓ/min
空気流量	1.0 ℓ/min	1.0 ℓ/min
注入口，検出器温度	110 ℃	130 ℃

分はトルエンをそれぞれ標準試料としてメタン換算値の濃度を求めた。その後炭素数に応じて各成分濃度を求めた。別図に，標準ガスのクロマトグラムを示す。

なお，数個の試料について試料を採取した日の翌日にも分析したところ，図－7に例を示すように，低沸点炭化水素，中沸点炭化水素を問わず分析値の低下がみられた。(その低下の程度については，一定の特徴はみられなかった。)そのため，以下すべて試料採取当日の分析値を用いることにした。

表－2　分析した炭化水素成分

炭化水素成分	項目	炭素数	沸点(℃)	分子式
低沸点炭化水素	propane	3	−42.1	$CH_3\ CH_2\ CH_3$
	propyrene	3	−47.0	$CH_3\ CH{=}CH_2$
	isobutane	4	−11.7	$(CH_3)_2\ CHCH_3$
	n-butane	4	− 0.5	$CH_3(CH_2)_2\ CH_3$
	1-butene	4	− 6.3	$CH_2{=}CH\ CH_2\ CH_3$
	isopentane	5	28	$(CH_3)_2\ CH\ CH_2\ CH_3$
	n-pentane	5	36.1	$CH_3(\ CH_2)_3\ CH_3$
	2-methylpentane	6	60.3	$CH_3\ CH(CH_3)(CH_2)_2\ CH_3$
	3-methylpentane		63.3	$CH_3\ CH_2\ CH(CH_3)\ CH_2\ CH_3$
	n-hexane	6	68.8	$CH_3(CH_2)_4\ CH_3$
	n-heptane	7	98.4	$CH_3(CH_2)_5\ CH_3$
中沸点炭化水素	benzene	6	80.1	$C_6\ H_6$
	isononane	9	143	$(CH_3)_2\ CH(CH_2)_5\ CH_3$
	n-octane	8	126	$CH_3\ (CH_2)_6\ CH_3$
	toluene	7	111	$C_6\ H_5\ CH_3$
	ethylbenzene	8	136	$C_6\ H_5\ CH_2\ CH_3$
	p-xylene	8	138	$C_6\ H_4(CH_3)_2$
	m-xylene	8	139	$C_6\ H_4(CH_3)_2$
	o-xylene	8	142	$C_6\ H_4(CH_3)_2$
	isopropylbenzene	9	153	$C_6\ H_5\ CH(\ CH_3)_2$
	styrene	8	146	$C_6\ H_5\ CH{=}CH_2$
	n-decane	10	174	$CH_3(CH_2)_8\ CH_3$
	p-ethyltoluene	9	161	$C_6\ H_4(CH_3\ )CH_2\ CH_3$
	m-ethyltoluene	9	159	$C_6\ H_4(CH_3\ )CH_2\ CH_3$
	o-ethyltoluene	9	165	$C_6\ H_4(CH_3\ )CH_2\ CH_3$
	1,3,5-trimethylbenzene	9	165	$C_6\ H_3(CH_3)_3$
	1,2,4-trimethylbenzene	9	168	$C_6\ H_3(CH_3)_3$
	1,2,3-trimethylbenzene	9	176	$C_6\ H_3(CH_3)_3$

Ⅳ　結果および考察

別表(1)，(2)に測定結果を示す。

1.　A油槽所

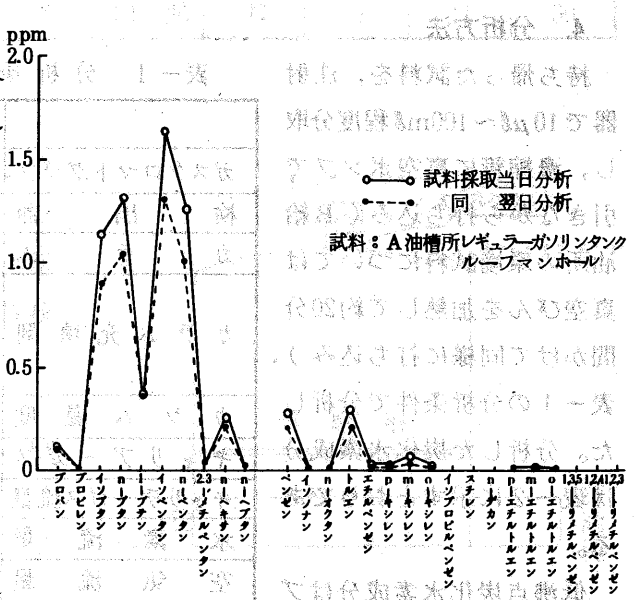
(1)ガソリンタンク

プレミアムガソリンタンクおよびレギュラーガソリンタンクの仕様・状況等を表－3に，炭化水素成分濃度を図－8にそれぞれ示す。

炭化水素成分濃度(低・中沸点炭化水素成分濃度合計，以下同じ)は，オープンベント2～

表－3　ガソリンタンクの仕様・状況

項目＼タンク	プレミアム	レギュラー
危険物の種類	第4類	第4類
危険物の品名	第1石油類	第1石油類
貯蔵容量	990kℓ	4,380kℓ
型式	CFRT	CFRT
内径	11.62m	21.3m
高さ	12.18m	14.46m
液温	20.8℃	22.4℃
液面	9.9m	2m



図－7　試料採取当日と翌日の分析値の変化

4 ppm（メタン換算値 11～22ppmC），ルーフマンホール 6～7 ppm（同30～33ppmC）で，ルーフマンホールの方がやや高めの濃度であった。オープンベントの試料採取位置は，外気とタンク内部ガスの混合している所であるため，やや低い値になったと思われる。

濃度が高い炭化水素成分は，イソブタン，n－ブタン，イソペンタン，n－ペンタンなどであった。

4 試料の炭化水素成分の構成割合は，表－4 に示すように極めて良く類似していて（相関係数 0.98 以上），低沸点炭化水素87～89%，中沸点炭化水素11～13%（飽和炭化水素82～84%，不飽和炭化水素 5～6 %，芳香族炭化水素10～13%）であった。

固定屋根と浮屋根の間にどれくらいの炭化水素が存在していたかを，その間の濃度を均一と仮定し，ルーフマンホールの濃度，平均分子量（70とする）および固定屋根と浮屋根間の容積（表－3 の数値から求めた）を用いて計算すると，調査当時レギュラーガソリンタンク，プレミアムガソリンタンクそれぞれ31 g，23 g となった。

次に資源エネルギー庁の「浮屋根タンクの払い出しに伴うロスの計算式」[1]

$$F_3 = K_3 \times \frac{4}{D} \times \frac{M}{22.4}$$

ここで

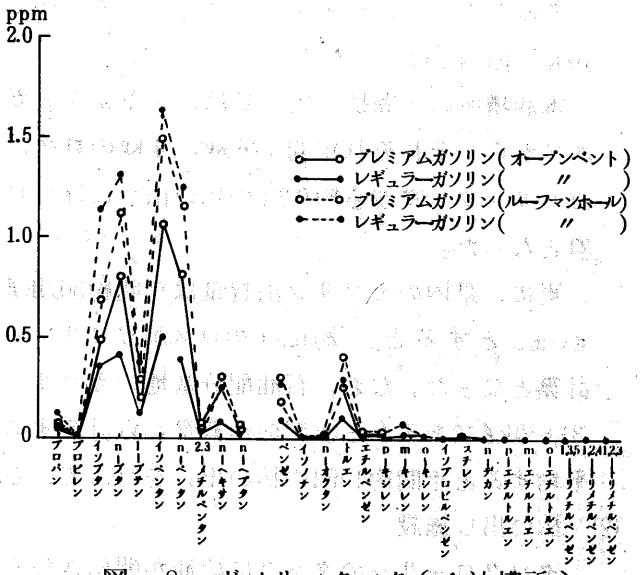
F_3：ロス（kg/kℓ払い出し）

K_3：定数（ガソリン 0.00231）

D：タンク直径（m）

M：平均分子量（114）

を用いて，2 タンクの払い出しに伴うロスの計算を行



図－8　ガソリンタンク（A油槽所）

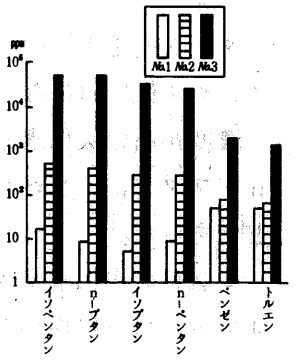
表－4　各種炭化水素成分の構成割合

採取地点＼項目			低沸点炭化水素・中沸点炭化水素の割合(%)		飽和炭化水素・不飽和炭化水素・芳香族炭化水素の割合(%)		
			低沸点炭化水素	中沸点炭化水素	飽和炭化水素	不飽和炭化水素	芳香族炭化水素
A油槽所	レギュラーガソリンタンク	オープンベント	88	12	84	5	11
		ルーフマンホール	87	13	82	5	13
	プレミアムガソリンタンク	オープンベント	88	12	82	5	13
		ルーフマンホール	89	11	84	6	10
	払い出し施設	No. 1	16	84	37	2	61
		No. 2	68	32	71	4	25
		No. 3	98	2	91	7	2
B給油所（夏期）	通気管	プレミアム	93	7	82	10	8
		レギュラー(1)	71	29	70	1	29
	給油時 a車	No. 1	98	2	95	3	2
		No. 2	98	2	97	2	1
		No. 3	98	2	97	1	2
	給油時 b車	No. 1	98	2	95	3	2
		No. 2	99	1	97	1	2
	環境	(ア) 地点	96	4	95	2	3
		(イ) 地点	95	5	95	0	5
		(ウ) 地点	66	34	54	17	29
B給油所（冬期）	通気管	プレミアム	72	28	57	16	27
		レギュラー(1)	21	79	23	2	75
		レギュラー(2)	16	84	23	2	75
	給油時 a車	No. 1	99	1	91	8	1
		No. 2	99	1	92	7	1
		No. 3	99	1	92	7	1
	給油時 b車	No. 1	99	1	88	11	1
		No. 2	99	1	90	9	1
	環境	(ア) 地点	48	52	43	5	52
		(ウ) 地点	71	29	66	6	28

ってみたところ，レギュラーガソリンタンク2.2g/kℓ払い出し，プレミアムガソリンタンク4.0g/kℓ払い出しになった。

本油槽所の年間払い出し量は，レギュラーガソリン80,000kℓ，プレミアムガソリン1,000kℓであるから，それぞれ年間176kg，4kgのロス，すなわち本油槽所では，ガソリンタンクから約0.2tの払い出しに伴うロスが年間発生している計算となった。

更に，県内のガソリン消費量は年間約30万kℓであるから，今仮に3g/kℓ払い出しとすると，約0.9tのロスがガソリンについて年間発生している計算となった。なお，石油配分基地のガソリンタンク貯蔵容量の合計は31,630kℓであるから上記の消費量から計算すると，各ガソリンタンクは平均すると年間約10回の払い出しを行っていることになる。

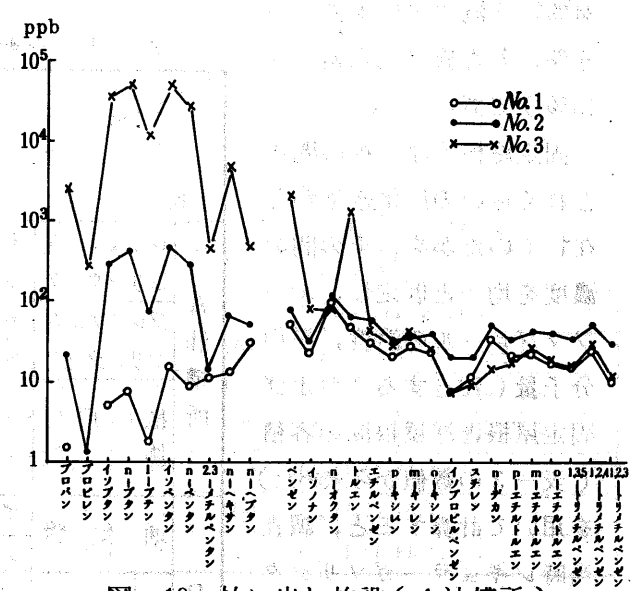


図－9　炭化水素成分濃度の変化（払い出し施設）

(2)　払い出し施設

タンクローリーのタンクに給油が開始されると，出荷ノズルの先端は間もなくガソリンに浸漬（没入方式）し，給油されたガソリンはかく拌されるので，放出ガス中の炭化水素濃度は急激に上昇する。（本槽所には無いが，他の油槽所ではこの排出ガスを回収する所がある。）

炭化水素成分濃度は，図－9，10に示すように，No.1約0.06%，No.2約0.25%，No.3約20%と急激に上昇した。No.3とNo.1の比は飽和炭化水素濃度で約800倍，不飽和炭化水素濃度で約900倍，芳香族炭化水素濃度で約10倍であった。



図－10　払い出し施設（A油槽所）

一方炭化水素成分の構成割合では，飽和炭化水素が37%から91%へ増大したのに対し芳香族炭化水素が61%から2%へ減少した。これは給油によってかく拌されたため，低沸点の多い飽和炭化水素成分が蒸発揮散したためと思われる。

No.2，No.3の試料と，(1)のガソリンタンクの試料間の相関係数は0.98以上と高い相関関係にあり，一方No.1の試料では全く相関関係はみられなかった。

No.1の試料は，他の試料と異なって芳香族炭化水素成分の割合が飽和炭化水素成分の割合よりも多い。出荷ノズル先端が浸漬する段階では，かく拌が小さく芳香族炭化水素成分が多いのか，あるいはタンクローターリーのタンクは給油の前に危険防止のため空のタンクを外気と置換することがあるが，この時芳香族炭化水素が残留するのか，今後検討したい。

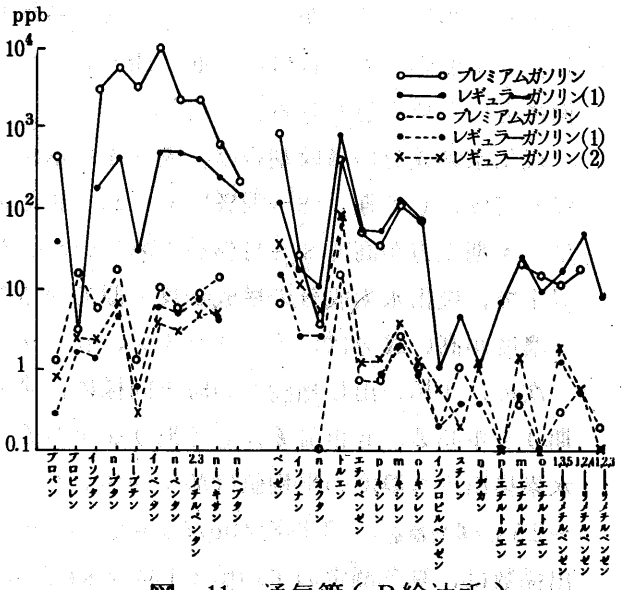
次に，排出ガス量を給油量の1.2～1.4倍[2]，排出ガスの平均炭化水素濃度を20%，平均分子量を114と仮定して，調査時のタンクローリーへ給油の際の排出係数を求めてみたところ，約1.3g/ℓ給油量（気温22℃）となった。（資源エネルギー庁の調査による排出係数は0.89kg/kℓ給油量（年平均気温18℃）と示されている。[1]）

2.　B給油所

(1)　通気管

通気管から排出される炭化水素濃度は，（夏期）プレミアムガソリン約30ppm（メタン換算値約

150 ppmC），レギュラーガソリン約4 ppm（同約20 ppmC），（冬期）プレミアムガソリン約0.1ppm（同約0.6ppmC），レギュラーガソリン約0.2 ppm（同約1 ppmC）で，冬期の方が低濃度であった。（図－11）



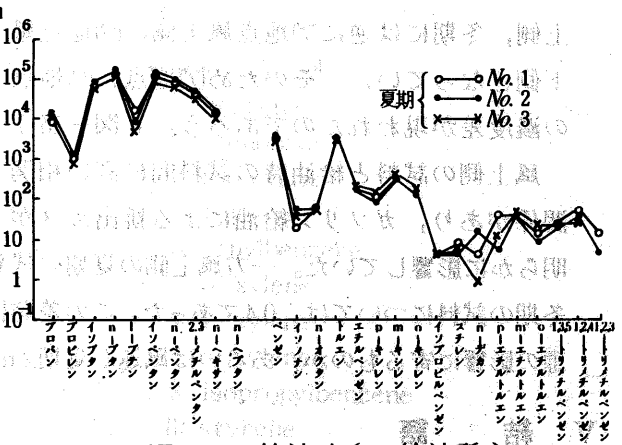
図－11　通気管（B給油所）

通気管は，図－6に示すように地下タンクからガソリン蒸気が排出される。地下タンクへタンクローリーから荷おろしされる時は，「払い出し施設」同様没入方式で行われ，この時は％オーダーの排出ガス濃度になると思われるが，通常は地下タンクであるため，タンク内の温度の日変化はほとんどなく，ガスの膨張・収縮による呼吸作用は，ほとんどおこらないと言われている。[1]しかし，地下数メートルの所では地中温度の季節変化があるので，夏期（気温28℃）と冬期（気温11℃）では上記のように冬期の方が低濃度という調査結果になったのであろう。

なお，レギュラーガソリン蒸気中の中沸点炭化水素成分について，冷蔵庫（約4℃）から出して直後の試料と，室内（約20℃）に約1時間放置した試料を分析し比較したところ，後者の方がベンゼンで 2.9 倍，トルエンで 3.7 倍高い値であった。

炭化水素成分の構成割合は，表－4に示すように，①レギュラーガソリンの方はプレミアムガソリンと比べて，芳香族炭化水素の割合が高い。②夏期には，飽和炭化水素の割合が高くなる。

冬期のレギュラーガソリンの排出ガスは，「払い出し施設」のNo. 1 試料同様，芳香族炭化水素成分の方が，飽和炭化水素成分より多い結果となった。



図－12　給油時（B給油所）

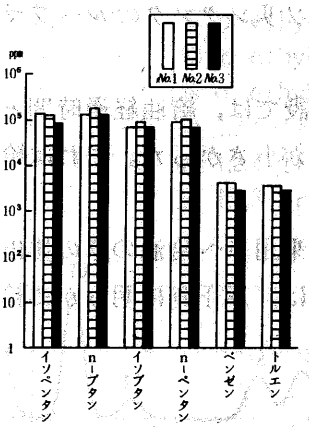
(2)　給油時

乗用車に給油する場合，「払い出し施設」および給油所地下タンクへの荷おろしの場合の没入方式と異なり，出荷ノズルを乗用車の燃料タンク底面までさし込まない，上面注油方式で，給油されたガソリンのかく拌は，一層激しい。

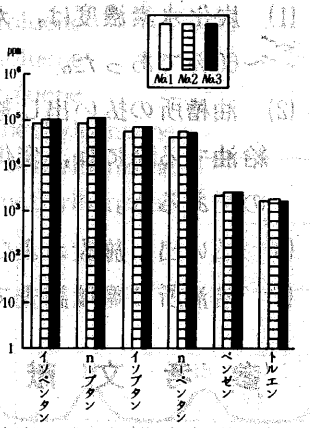
炭化水素成分濃度は，（夏期）約40～60％，（冬期）約40～50％で，やや夏期の方が高い結果であった。

一方，給油経過時間との関係は，図－12～14に示すように，「払い出し施設」の場合と異なって，あまり変化は無く，給油開始時から高濃度の炭化水素成分が排出された。

これは，「払い出し施設」の場合，没入方



図－13　炭化水素成分濃度の変化（給油時・夏期）　a車



図－14　炭化水素成分濃度の変化（給油時・冬期）　a車

式で相対的にかく拌が小さく，しかも試料採取位置がタンクローリーのタンク上部であるのに対し，「給油時」の場合は，上面注油方式でかく拌が激しく，試料採取位置はかく拌されている液面に近いためと思われる。

炭化水素成分の構成割合は，表－4に示すようにほとんどを飽和炭化水素成分が占め，(夏期) 95～97%，(冬期) 88～92%であった。また光化学反応性が高いといわれる[1]不飽和炭化水素成分は，冬期の方が高く8～11%を占めていた。なお，この「給油時」の10試料間の相関係数は0.9以上で，炭化水素成分の構成が良く似ていることを示している。

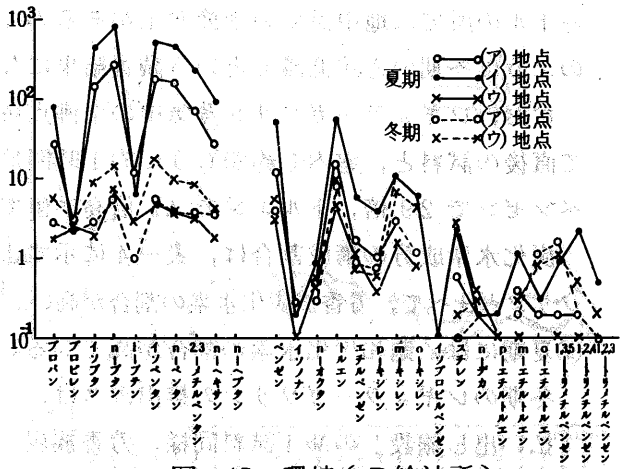
濃度が高い成分は，イソペンタン，n－ブタン，イソブタン，n－ペンタンなどであった。

次に，「払い出し施設」の時と同様に，排出係数の計算を試みた。乗用車への給油量は，(夏期) a車43ℓ，b車31ℓ，(冬期) a車37ℓ，b車19ℓ(レギュラーガソリン)であった。炭化水素排出ガス濃度の平均値はNo.1～No.3(またはNo.1とNo.2)の平均値を用いた。その結果，1.5～2.5 g/ℓ給油量，平均約2.0g/ℓ給油量の排出係数が得られた。(資源エネルギー庁調査による排出係数は，夏冬測定の平均値で1.44kg/kℓと示されている。)

(3) 環　境

炭化水素濃度は，(夏期)(ア)地点約1ppm(メタン換算値約5ppmC)，(イ)地点約3ppm(同約13ppmC)，(ウ)地点約0.05ppm(同約0.3ppmC)，(冬期)(ア)地点約0.07ppm(同約0.4ppmC)，(ウ)地点約0.1ppm(同約0.6ppmC)であった。

夏期には，南風で(ア)地点風下側，(ウ)地点風上側，冬期には逆に(ア)地点風上側，(ウ)地点風下側となっていた。そのため(ア)地点，(ウ)地点の濃度差が現われたのであろう。(図－15)



図－15　環境(B給油所)

風上側の試料と給油時の試料間に高い相関関係があり，ガソリン給油による排出ガスが明らかに影響していた。一方風上側の夏期の試料と給油時の試料間の相関係数は0.7～0.8であったが，冬期の試料については，0.4であった。この差が国道8号線を通る自動車排ガスや他のガソリン蒸気発生源の影響に寄るものか，あるいは風速(夏期2m/sec，冬期6m/sec)の差によるものか，今後検討したい。

V　結　　語

(1) 炭化水素濃度は，ガソリンタンクのルーフマンホール内で6～7ppm，乗用車に給油する際に40～60%であった。

(2) 油槽所の払い出し施設では，給油経過時間と共に炭化水素濃度は急激に増加したが，乗用車に給油する際には，変化が小さかった。これは給油の方式と試料採取位置の差異によって現われたのであろう。

(3) 払い出し施設および乗用車へ給油の際の排出係数は，それぞれ約1，2 g/ℓ給油量であった。

(4) 給油所の環境調査では，風下側に明らかに給油に伴うガソリン蒸気の影響がみられた。

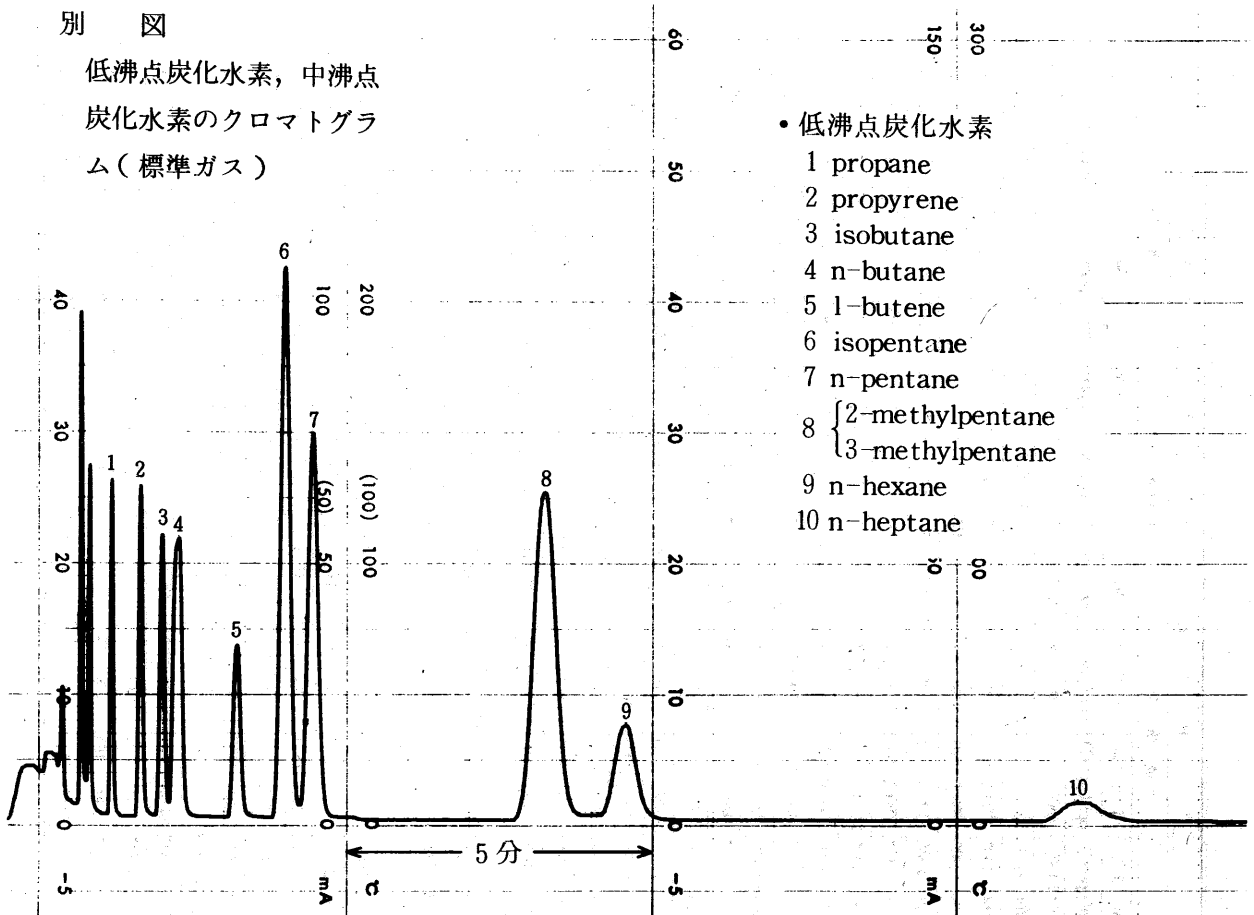
参　考　文　献

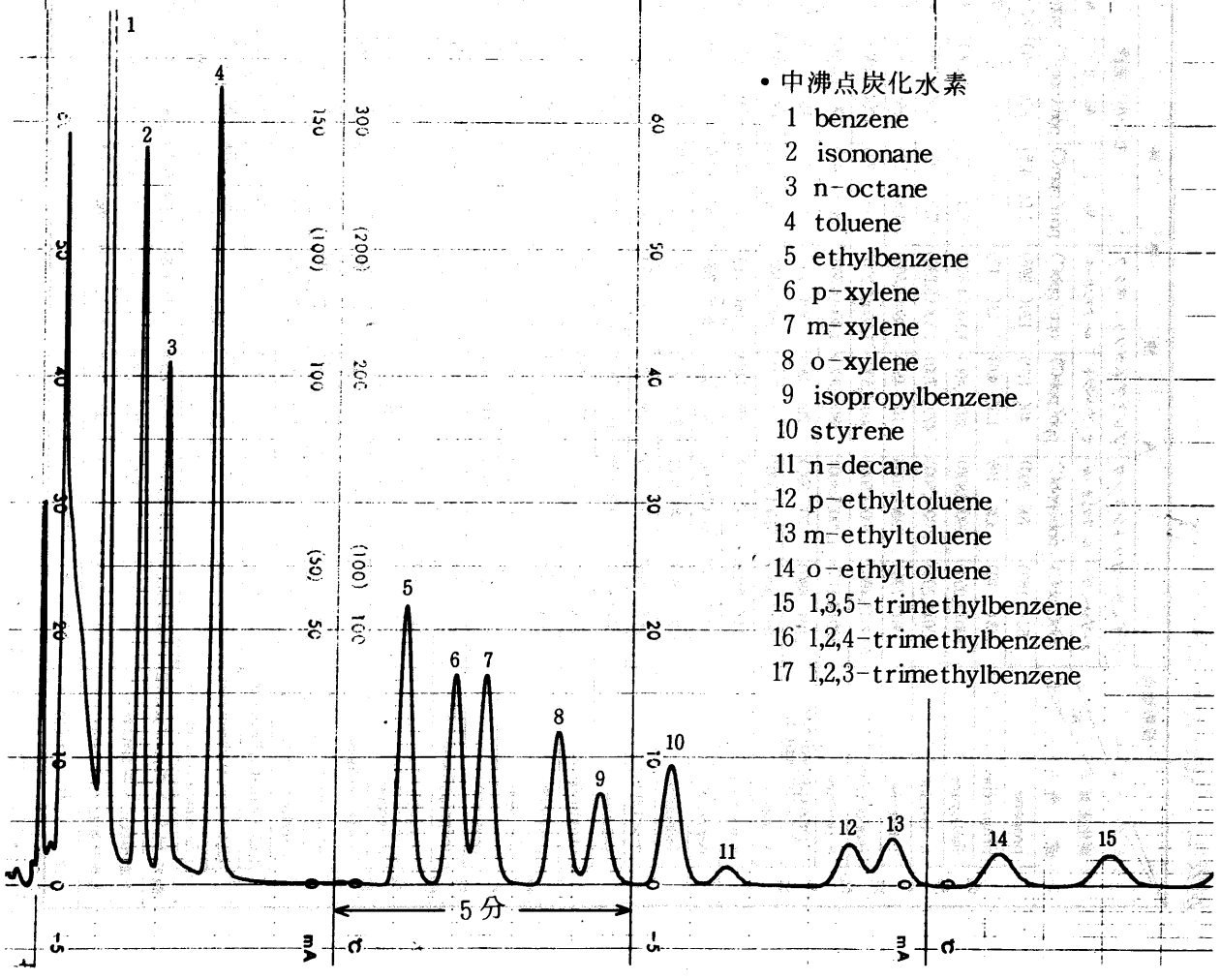
1) 日本化学会編：炭化水素(丸善) 175 (1978)

2) 樫村広秋他：大気汚染学会誌　18(5)　432 (1983)

別　図

低沸点炭化水素，中沸点炭化水素のクロマトグラム（標準ガス）





別表 1

採取地点		A 油 槽 所							B 給 油 所 (夏期)							
		レギュラーガソリンタンク		プレミアムガソリンタンク		払い出し施設			通気管		給油時(a車)			給油時(b車)	
炭化水素 単位 / 成分		オープンベント	ルーフマンホール	オープンベント	ルーフマンホール	No. 1	No. 2	No. 3	プレミアム	レギュラー(1)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2
		ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)
低沸点炭化水素	propane	53(160)	70(200)	40(120)	120(360)	1.5(4.5)	22(66)	2,500(7,400)	460(1,400)	40(130)	0.91(2.7)*	1.4(4.3)*	1.2(3.6)*	1.2(3.6)*	1.6(4.7)*
	propyrene	3.3(10)	3.3(10)	1.3(4.0)	3.3(10)	—	1.3(4.0)	270(810)	3.3(10)	—	—	1,400(4,200)	840(2,500)	1,500(4,500)	640(1,900)
	isobutane	490(2,000)	690(2,800)	360(1,400)	1,100(4,500)	5.2(21)	290(1,200)	3.6(14)*	3,000(12,000)	190(770)	6.5(26)*	8.8(35)*	6.4(26)*	7.7(31)*	9.6(38)*
	n-butane	800(3,200)	1,100(4,500)	420(1,700)	1,300(5,200)	7.9(32)	420(1,700)	4.9(19)*	5,800(23,000)	440(1,800)	13(54)*	17(68)*	12(47)*	15(60)*	18(72)*
	1-butene	200(790)	290(1,100)	110(450)	380(1,500)	1.8(7.4)	75(300)	1.2(4.8)*	3,100(12,000)	30(110)	1.6(6.5)*	0.93(3.7)*	0.47(1.9)*	1.5(5.8)*	0.79(3.2)*
	isopentane	1,100(5,400)	1,500(7,500)	500(2,500)	1,600(8,200)	16(78)	470(2,400)	5.1(26)*	10,000(52,000)	510(2,600)	14(70)*	13(67)*	7.8(39)*	13(65)*	13(67)*
	n-pentane	820(4,110)	1,200(5,800)	380(1,900)	1,300(6,300)	8.8(44)	290(1,500)	2.8(14)*	2,200(11,000)	490(2,500)	9.3(47)*	10(51)*	6.3(32)*	9.7(49)*	10(50)*
	2-methylpentane 3-methylpentane	110(680)	70(390)	20(90)	30(150)	12(71)	15(91)	450(2,700)	2,300(14,000)	440(2,700)	4.1(25)*	4.8(29)*	3.2(19)*	4.2(25)*	5.2(31)*
	n-hexane	260(1,500)	310(1,900)	90(540)	260(1,600)	14(83)	66(400)	0.5(3.0)*	620(3,700)	250(1,500)	1.5(9.2)*	1.7(10)*	1.1(6.7)*	1.9(11)*	1.9(12)*
	n-heptane	44(310)	66(460)	16(110)	16(110)	31(210)	54(380)	460(3,200)	220(1,500)	170(1,200)	—	—	—	—	—
中沸点炭化水素	benzene	190(1,200)	310(1,800)	95(570)	280(1,700)	53(320)	80(480)	0.21(1.3)*	920(5,500)	130(800)	0.41(2.4)*	0.41(2.5)*	0.27(1.6)*	0.43(2.6)*	0.40(2.4)*
	isononane	8.9(80)	14(130)	2.2(20)	5.6(50)	24(220)	31(280)	83(750)	27(240)	20(180)	22(200)	58(520)	38(340)	78(700)	43(390)
	n-octane	18(140)	11(90)	2.5(20)	6.3(50)	100(810)	120(950)	78(620)	3.8(30)	11(90)	56(450)	52(410)	51(410)	25(200)	43(350)
	toluene	260(1,800)	410(2,900)	110(780)	300(2,100)	49(340)	67(470)	1,400(9,600)	880(6,200)	440(3,100)	0.36(2.5)*	0.36(2.5)*	0.28(2.0)*	0.40(2.8)*	0.36(2.5)*
	ethylbenzene	11(90)	15(120)	11(90)	28(220)	31(250)	60(480)	44(350)	56(450)	60(480)	160(1,300)	170(1,400)	200(1,600)	200(1,600)	190(1,500)
	p-xylene	7.5(60)	8.8(70)	8.8(70)	28(220)	21(170)	33(260)	30(240)	38(300)	56(450)	110(900)	94(760)	150(1,200)	140(1,100)	140(1,100)
	m-xylene	16(130)	24(190)	20(160)	65(520)	27(210)	39(310)	42(340)	130(1,100)	150(1,200)	280(2,200)	310(2,500)	420(3,300)	350(2,800)	360(2,900)
	o-xylene	11(90)	15(120)	11(90)	34(270)	26(210)	41(330)	26(210)	78(620)	81(650)	130(1,000)	120(990)	190(1,500)	110(900)	170(1,300)
	isopropylbenzene	—	—	—	—	7.7(69)	21(190)	7.4(67)	—	1.1(10)	4.4(40)	4.4(40)	4.4(40)	—	5.6(50)
	styrene	11(90)	—	—	—	12(98)	20(160)	9.4(75)	—	5.0(40)	8.8(70)	4.6(37)	6.3(50)	—	3.8(30)
	n-decane	—	—	1.0(10)	—	35(350)	54(540)	15(150)	—	1.1(10)	4.5(45)	15(150)	0.9(9.4)	—	5.0(50)
	p-ethyltoluene	—	—	3.3(30)	3.3(30)	22(190)	36(330)	19(180)	—	7.8(70)	39(350)	5.9(53)	12(110)	22(200)	11(100)
	m-ethyltoluene	—	—	3.3(30)	8.8(80)	22(200)	44(400)	28(250)	23(210)	28(250)	48(440)	37(330)	47(420)	—	26(240)
	o-ethyltoluene	—	—	1.1(10)	2.2(20)	18(160)	43(390)	19(170)	17(150)	10(90)	14(130)	8.8(79)	23(210)	—	18(160)
	1,3,5-trimethylbenzene	—	—	1.1(10)	—	15(140)	36(320)	17(160)	13(120)	19(170)	24(220)	21(190)	21(190)	—	29(260)
	1,2,4-trimethylbenzene	—	—	3.3(30)	—	26(230)	53(480)	32(280)	20(180)	56(500)	50(450)	35(320)	28(250)	—	68(610)
	1,2,3-trimethylbenzene	—	—	—	—	9.9(89)	31(280)	13(120)	—	8.9(80)	14(130)	5.3(48)	—	—	—
飽和炭化水素ppm(ppmC)		3.7(17.5)	5.0(23.8)	1.8(8.4)	5.7(26.5)	220(1,580)	1,780(8,970)	17.3(77.5)*	24.6(119)	2.6(13.4)	49.3(234)*	56.7(264)*	38.0(173)*	52.7(245)*	59.3(275)*
不飽和炭化水素ppm(ppmC)		0.2(0.9)	0.3(1.1)	0.1(0.4)	0.4(1.5)	14(100)	100(460)	1.2(4.9)*	3.1(12)	0.0(0.1)	1.6(6)*	1.0(4)*	0.6(2)*	1.7(6)*	0.8(3)*
芳香族炭化水素ppm(ppmC)		0.5(3.4)	0.8(5.2)	0.3(1.9)	0.7(5.2)	363(2,930)	640(5,260)	0.4(2.5)*	2.2(15)	1.0(7.9)	0.9(6)*	0.9(6)*	0.6(4)*	0.9(6)*	0.9(6)*
合 計 ppm(ppmC)		4.4(21.8)	6.1(30.1)	2.2(10.7)	6.8(33.2)	597(4,610)	2,520(14,690)	18.9(84.9)*	29.9(146)	3.6(21.4)	51.8(246)*	58.6(274)*	39.2(179)*	55.3(257)*	61.0(284)*

注) * 印の欄の単位は%

別表 2

採取地点 / 炭化水素成分 / 単位		B給油所(夏期) 環境 (ア)地点	B給油所(夏期) 環境 (イ)地点	B給油所(夏期) 環境 (ウ)地点	B給油所(冬期) 通気管 プレミアム	通気管 レギュラー(1)	通気管 レギュラー(2)	給油時(a車) No.1	給油時(a車) No.2	給油時(a車) No.3	給油時(b車) No.1	給油時(b車) No.2	環境 (ア)地点	環境 (イ)地点
		ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppm(ppmC)	ppb(ppbC)	ppb(ppbC)
低沸点炭化水素	propane	28(83)	81(240)	1.7(5.1)	1.3(4.0)	0.3(0.9)	0.8(2.4)	1.2(3.6)*	1.5(4.5)*	1.5(4.4)*	0.99(3.0)*	1.2(3.5)*	2.9(8.8)	5.5(17)
	propyrene	2.5(7.6)	2.2(6.5)	2.9(8.7)	17(50)	1.8(5.3)	2.5(7.5)	1,400(4,200)	1,000(3,000)	940(2,800)	870(2,600)	850(2,600)	2.3(7.0)	3.3(10)
	isobutane	150(610)	460(1,800)	2.0(8.0)	6.0(24)	1.5(6.1)	2.5(10)	5.7(23)*	6.9(28)*	6.8(27)*	7.4(30)*	7.8(31)*	3.0(12)	8.6(35)
	n-butene	290(1,200)	850(3,400)	6.9(28)	19(76)	5.0(20)	7.1(28)	9.2(37)*	11(46)*	11(45)*	10(41)*	12(46)*	5.4(22)	14(55)
	l-butene	12(46)	6.5(26)	2.9(12)	1.3(5.3)	0.6(2.2)	0.3(1.0)	2.6(10)*	2.7(11)*	2.6(11)*	4.7(19)*	4.5(18)*	1.0(3.9)	2.8(11)
	isopentane	190(970)	540(2,700)	5.0(25)	11(55)	6.2(31)	4.0(20)	8.0(40)*	9.8(49)*	9.6(48)*	11(55)*	12(59)*	5.5(28)	18(92)
	n-pentane	160(780)	460(2,300)	3.7(18)	6.1(30)	5.3(26)	3.2(16)	4.2(21)*	5.4(27)*	5.3(27)*	6.0(30)*	6.7(33)*	3.8(19)	10(50)
	2-methylpentane 3-methylpentane	74(450)	230(1,400)	3.4(20)	9.7(58)	7.7(46)	5.1(31)	3.4(20)*	2.9(17)*	2.9(17)*	2.8(17)*	3.4(21)*	3.8(23)	8.5(51)
	n-hexane	29(170)	94(570)	1.8(11)	15(91)	4.6(28)	5.4(33)	0.71(4.3)*	1.0(6.1)*	0.91(5.5)*	0.84(5.1)*	1.2(7.1)*	3.5(21)	4.2(25)
	n-heptane	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
中沸点炭化水素	benzene	12(710)	51(310)	3.4(20)	7.0(42)	16(98)	41(240)	0.23(1.4)*	0.26(1.6)*	0.26(1.5)*	0.27(1.6)*	0.21(1.3)*	4.0(24)	5.3(32)
	isononane	0.3(3.1)	0.2(2.0)	0.1(0.8)	—	2.9(26)	12(110)	22(200)	6.4(58)	6.0(54)	1.3(12)	4.3(39)	—	—
	n-octane	0.5(4.1)	0.9(7.3)	0.5(4.2)	0.1(0.9)	2.8(23)	6.0(48)	25(200)	33(270)	36(290)	34(270)	25(200)	0.3(2.2)	0.6(4.7)
	toluene	15(100)	57(400)	4.5(32)	18(130)	96(670)	91(640)	0.15(1.1)*	0.17(1.2)*	0.18(1.3)*	0.17(1.2)*	0.14(0.98)*	7.7(54)	8.8(61)
	ethylbenzene	1.7(14)	5.6(45)	1.1(8.9)	0.8(6.2)	—	1.3(11)	93(740)	73(580)	75(600)	71(570)	61(490)	0.9(7.3)	0.8(6.7)
	p-xylene	1.0(8.3)	3.8(30)	0.4(3.1)	0.7(5.8)	0.9(7.2)	1.5(12)	66(530)	60(480)	61(490)	56(450)	53(430)	0.8(6.7)	0.6(4.5)
	m-xylene	2.8(22)	11(84)	1.6(13)	2.9(23)	2.3(19)	4.1(32)	150(1,200)	150(1,200)	150(1,200)	150(1,200)	140(1,100)	11(87)	7.1(57)
	o-xylene	1.2(9.9)	5.8(46)	0.8(6.2)	1.2(9.3)	0.9(7.2)	1.3(10)	89(710)	27(220)	6.8(54)	68(540)	61(490)	5.9(47)	4.5(36)
	isopropylbenzene	—	0.1(0.5)	—	0.2(1.7)	0.2(1.4)	0.6(5.1)	36(330)	5.4(49)	2.4(22)	1.3(12)	0.9(8.0)	—	—
	styrene	0.6(5.1)	2.2(18)	2.7(21)	1.1(8.7)	0.4(2.9)	0.2(1.7)	23(190)	4.1(33)	1.8(14)	1.1(9.0)	1.8(14)	0.1(1.1)	0.2(1.8)
	n-decane	0.2(1.5)	0.2(2.4)	0.4(3.6)	0.4(4.1)	0.4(4.3)	1.3(13)	22(220)	4.9(49)	2.7(27)	1.2(12)	1.1(11)	0.2(1.6)	0.3(2.7)
	p-ethyltoluene	0.1(0.5)	0.2(1.5)	0.1(0.5)	—	0.1(1.1)	0.1(1.3)	16(140)	6.4(58)	3.8(34)	3.3(30)	4.6(41)	—	—
	m-ethyltoluene	0.4(3.6)	1.1(10)	0.1(0.8)	0.4(3.7)	0.5(4.3)	1.5(14)	29(260)	13(110)	12(100)	9.3(84)	9.8(88)	0.4(3.8)	0.3(3.1)
	o-ethyltoluene	0.2(1.8)	0.3(2.9)	—	0.1(0.8)	—	0.1(1.3)	53(480)	11(100)	6.0(54)	3.0(27)	3.7(33)	1.1(9.7)	0.8(7.1)
	1,3,5-trimethylbenzene	0.2(1.8)	0.9(8.1)	0.1(0.9)	0.3(2.9)	1.4(13)	2.1(19)	53(480)	13(110)	8.1(73)	5.3(48)	5.6(50)	1.6(14)	1.1(10)
	1,2,4-trimethylbenzene	0.2(1.5)	2.1(19)	0.1(0.8)	0.6(5.0)	0.5(4.3)	0.6(5.1)	63(570)	22(200)	20(180)	13(120)	10(91)	0.2(1.5)	0.5(4.5)
	1,2,3-trimethylbenzene	—	0.5(4.4)	—	0.2(1.5)	0.1(1.3)	—	43(390)	7.9(71)	5.0(45)	3.0(27)	0.7(6.0)	0.1(0.6)	0.2(2.2)
飽和炭化水素 ppm(ppmC)		0.92(4.3)	2.72(12.4)	0.025(0.12)	0.068(0.34)	0.036(0.21)	0.046(0.30)	32.4(149)*	38.5(178)*	38.0(174)*	39.0(181)*	44.3(201)*	0.028(0.14)	0.069(0.33)
不飽和炭化水素 ppm(ppmC)		0.02(0.1)	0.01(0.1)	0.008(0.04)	0.019(0.06)	0.003(0.01)	0.003(0.01)	2.7(10)*	2.8(11)*	2.7(11)*	4.8(19)*	4.6(18)*	0.003(0.01)	0.006(0.02)
芳香族炭化水素 ppm(ppmC)		0.03(0.8)	0.14(0.9)	0.013(0.09)	0.033(0.24)	0.119(0.83)	0.147(1.00)	0.5(3)*	0.5(3)*	0.5(3)*	0.5(3)*	0.4(3)*	0.034(0.26)	0.030(0.23)
合計 ppm(ppmC)		0.97(5.2)	2.87(13.4)	0.046(0.25)	0.120(0.64)	0.158(1.05)	0.196(1.31)	35.6(162)*	41.8(192)*	41.2(188)*	44.3(203)*	49.3(222)*	0.065(0.41)	0.105(0.58)

注) *印の欄の単位は%