

奈良国立博物館に於ける正倉院展展示環境調査

門倉 武夫・江本 義理

1. はじめに

毎年10月下旬から11月上旬にかけて、正倉院御物の曝涼が行なわれ、収蔵品の点検や、調査などに合せて、御物の一部を一般に公開するための特別展が開かれている。この会場には奈良国立博物館が当られ、昭和21年に第1回が開催されてから、45年度で23回を迎えているが、年々悪化の傾向にある自動車の排気等による公害問題に対し、空調設備も充分でない同館に於ける展示環境が如何にあるか、その実態を調査する必要に迫られてきた。

我々は、昭和45年度正倉院展が開催されるに当り、特別研究の一環として、同展々示環境の調査を行なった。その1員として環境空気中の汚染度の測定を担当したので、その結果について報告する。

一般に、空気汚染は、単独汚染源とは限らず複雑な総合汚染も考えられるため、汚染度測定に当たり、ある程度の環境資料を必要とする。

奈良国立博物館は、奈良公園内に位置し、明治27年12月に竣工した当時帝国奈良博物館の建物がそのまま継承されている。

構内は、北は登大路通りに沿って、東は東大寺南大門から南に通ずる道路に接し、南は春日神社参道、西は春日神社一の鳥居から北に通ずる国道24号線に至る、その敷地面積は74,000m²(22,000坪)を有し、陳列館はそのほぼ中央の登大路通りから約30m程入った所に、西に向って建てられている。

登大路通りは、国道24号線(京都から天理、桜井方面に通ずる)に接した所附近より、やや

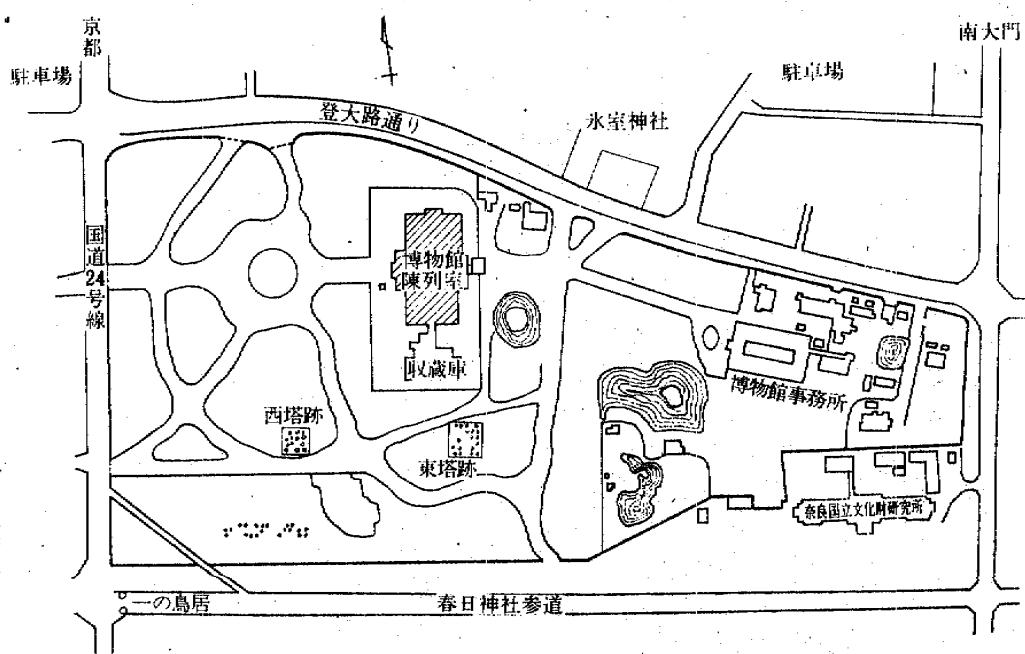


図-1 奈良国立博物館附近見取図

のぼり坂になっている。博物館の北東入口（氷室神社前）から道路を隔てたところに、東大寺南大門前の駐車場に通ずる出入口があり、およそ500~600mのところに大駐車場がある。又、北西方面の県庁西側にも県営の駐車場がある。これらの駐車場は、南大門を主として観光バス等の大形車、県営駐車場を小形乗用車が利用している。シーズンともなれば、南大門前駐車場は観光バスでいっぱいになり、その入れ替のため氷室神社横附近までバスが連なり、博物館際の道路は著しい車の停滞がみられる。博物館に於ける主な空気汚染源は、これらの観光バス等の交通機関によるものと考えられる。（図一1参照）

このような立地条件にあるため、今回の正倉院展は、陳列品をすべてケースに納め、外気との接触ができるだけ少くするため、更に自張をした。

2. 測定項目及び方法

1. アルカリろ紙法によるイオウ酸化物および窒素酸化物の測定¹⁾

炭酸カリウムの溶液に浸し、乾燥させた一定面積のろ紙を、一定期間空気中に曝露し、酸性物質をアルカリ塩として捕集したのち、回収して定量を行なう方法で、従来の二酸化鉛法(PbO_2 法)に匹敵するものであり、イオウ酸化物と同時に窒素酸化物の測定もできる。表示単位は、イオウ酸化物は $SO_3\text{ mg/day}/100\text{ cm}^2$ 、窒素酸化物は $NO_2\text{ mg/day}/100\text{ cm}^2$ を用いる。

2. 活性炭吸着ーガスクロマトグラフによる炭化水素の測定

自動車等の石油系燃料排ガスに起因する炭化水素を測定するもので、あらかじめ脱気した活性炭をガラスチューブにつめ、一定量の空気を、チューブを通して吸引する。空気中の炭化水素を活性炭に吸着させて濃縮捕集し、追出してガスクロマトグラフで分析するもので、分析条件により、多くの微量因子を測定することができるが、今回は主として低級の炭化水素の測定を行なった。測定法は、本誌39頁を参照されたい。

3. 検知管法による炭酸ガスの測定

炭酸ガスと反応して変色する試薬を、粉末に吸着させてガラス管につめた検知管に、一定量の空気(通常100 mL)を導入し、変色部の長さにより炭酸ガスを測定する方法で、環境空气中の炭酸ガス測定に広く用いられている。

3. 測定期間及び測定点

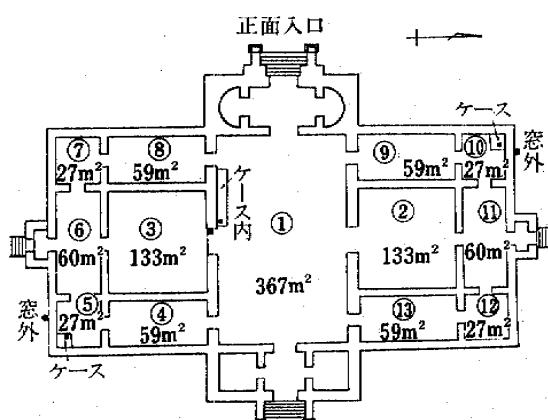


図-2 陳列館内外及びケース内測定点
①, ②……室番号 ·印測定点

会期中の展示環境と比較するため、会期前の平常陳列時の9月4日からろ紙法を開始し、他の測定は、会期前10月7日～9日、及び、会期中10月28日～30日にそれぞれ現地に出張し試料空気の採取を行なった。

測定点は、室内、ケース内及び比較のため屋外の3点を選び、ろ紙法は一定期間放置を要するため、展示に支障がないよう考慮し、他の測定個所と異にした。

ろ紙の設置点は下記の通りである(図-2)。
室内：正面入口に入った第1室の第3室入



図-3 アルカリろ紙設置図
陳列館第10室の窓外

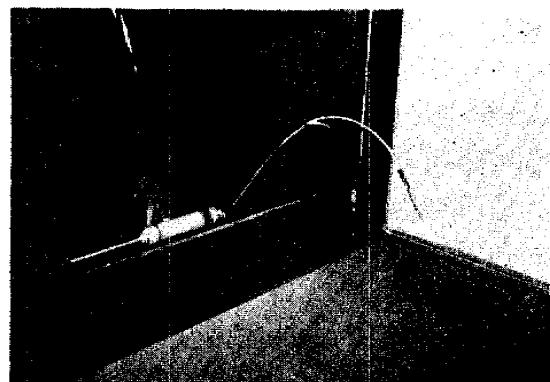


図-4 ケース内の測定、試料空気の採取

口上部及び会期中のみ第5室南東角と第10室北西角のそれぞれケースの上部

ケース内：第1室の第3室入口に向って右
ケース内上部及び会期中のみ第10室北西角ケ
ース内上部

屋外：最も道路に近い第10室及び最も遠い
第5室のそれぞれ窓の外上部（図-3）と事
務所南側百葉箱内

炭化水素及び炭酸ガスの測定は、室内とし
て第1室のろ紙設置点の下とケース内、屋外

は第10室外の窓の下と百葉箱附近で空気試料を採取した。（図-4）

4. 測 定 結 果

1. イオウ酸化物及び窒素酸化物

奈良国立博物館に於ける測定結果、及び比較のため東京都内の自動車交通量の激しい道路附近の美術館、郊外の住宅地（八王子市、国分寺市の平均値）を表-1に示した。会期前後の比較を図-5にグラフで表わした。

表-1 イオウ酸化物、窒素酸化物の測定結果

		イオウ酸化物 $\text{SO}_3 \text{ mg/day}/100 \text{ cm}^2$			窒素酸化物 $\text{NO}_2 \text{ mg/day}/100 \text{ cm}^2$		
		9.4~10.7	10.7~10.23	10.23~11.12	9.4~10.7	10.7~10.23	10.23~11.12
第一室	室 内	0.04	0.00	0.00	0.011	0.019	0.039
	ケース内	0.02	0.04	0.00	0.014	0.020	0.000
第五室	屋 外	0.04	0.00	0.11	0.013	0.027	0.048
	室 内			0.00			0.018
第十室	ケース内			0.00			0.000
	屋 外		0.09	0.11	0.011	0.020	0.049
	室 内		0.00	0.00		0.012	0.025
	ケース内						0.000
住宅地(八王子市) (国分寺市)		46.1	0.17		46.1	0.055	
東京都内A美術館		46.1	0.71		46.1	0.163	

屋外に於ては、イオウ酸化物及び窒素酸化物共、会期中の方が高く表われている。これは観光シーズンに伴なう自動車交通量の増加と考えられる。量的には、両者共最も高い時で、住宅地よりやや低く、都内美術館とは、イオウ酸化物で1/7、窒素酸化物で1/3程度であった。

室内では、イオウ酸化物はほとんど検出されなかった。これは、過去の経験からもみられているが、壁面や天井等に吸着されるか、ある種の化学変化により消失してしまうものと思われる。

これに対して窒素酸化物は、室内にも屋外の半減値程度が認められた。イオウ酸化物と比べて異った挙動を示している。

ケース内では、イオウ酸化物は、検出されなかつたが、窒素酸化物は、会期前の平常陳列時は室内と大差ないが、会期中に於ては検出されなかつた。これは、会期中の陳列はケースに目張をしたので、その効果が表われていると考えられる。

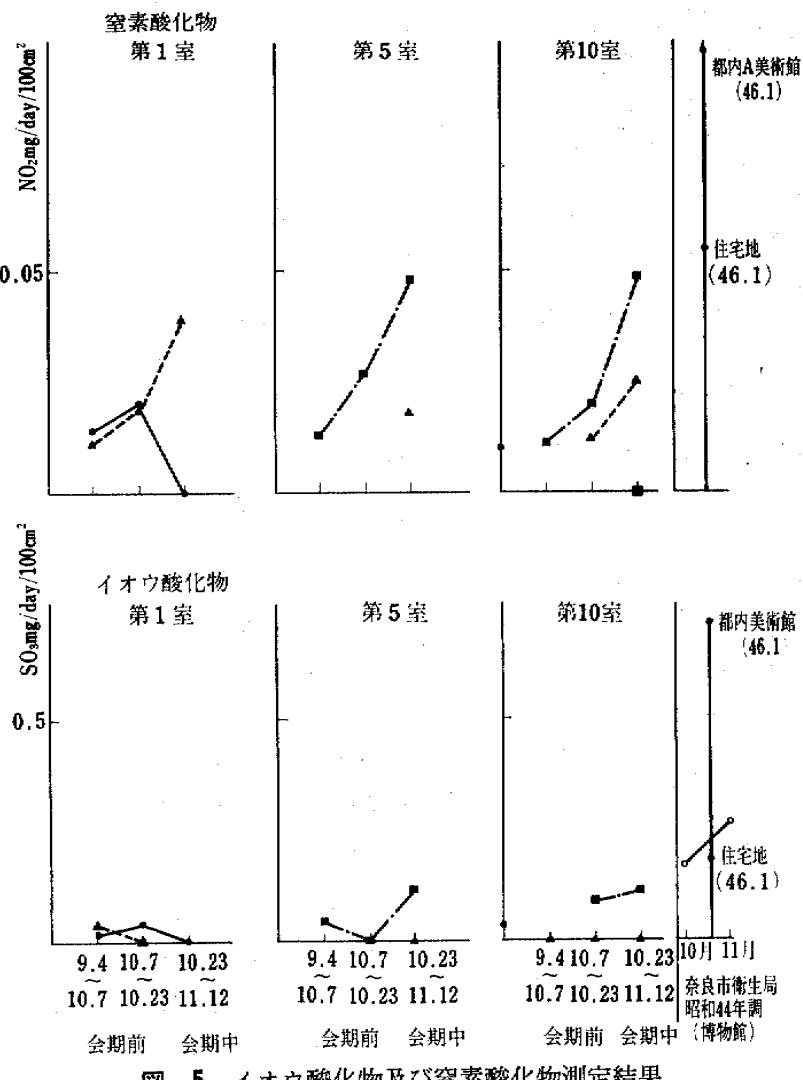


図-5 イオウ酸化物及び窒素酸化物測定結果
—●—ケース内 ……▲…室内 ---■---屋外

2. 炭化水素

ガスクロマトグラフの分析結果の1例を図-6に示した。又、図-7に会期前、図-8に会期中の各々測定点に於ける結果をピークの出現順にピーク高を対数値で表わした。

ピークパターンより考察すると、室内に於ては会期前及び会期中共、ほぼ同様なピークパターンを示しているが、室外では明らかに差がみられる。即ち、会期前の測定結果はピーク番号

11以上が非常に高く、会期中のそれは、室内とほぼ同程度であった。又、ピーク番号9以下についてみると、逆に会期中の方がやや高く表われている。

室内に於けるケース内外を比較すると、ほとんど同様なパターンを示しているが、ケース内の方がやや小さい値である。特に会期中にはこの傾向が認められ、やはり目張の効果と考えられる。

以上炭化水素の測定結果から、汚染源を推定すると、ガソリン車の排気に高沸点物が多く、ジーゼル車の排気には低沸点物が多いこと²⁾から、会期前の汚染源は一般小形乗用車であり、

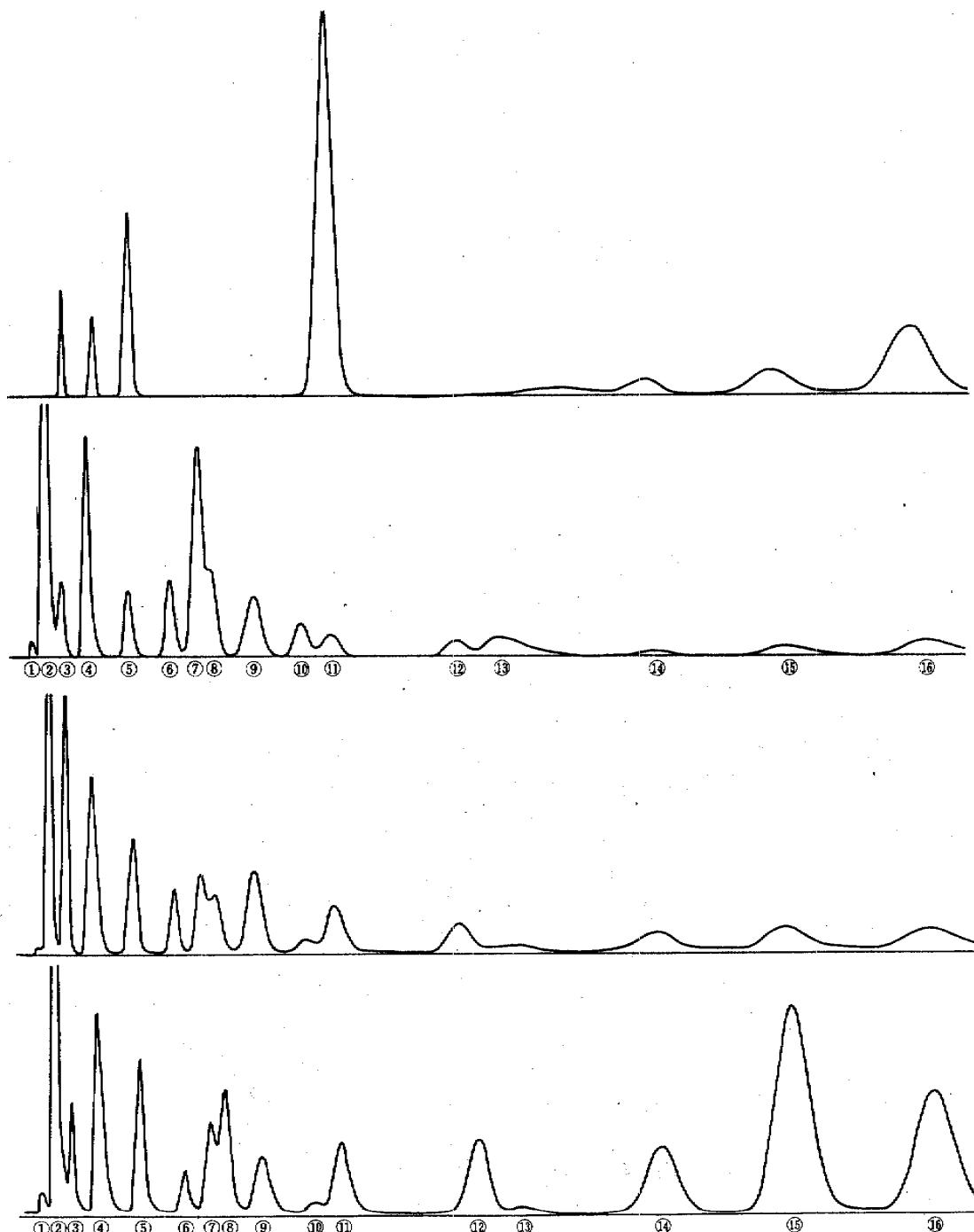


図-6 炭化水素測定例

カラム DMS, 6 m 温度 0°C He 30ml/min ⑤:n-ブタン ⑪:n-ペンタン ⑯:n-ヘキサン
チャート 上から標準物質、ケース内、室内、屋外

会期中は観光バスによるものと考えられる。汚染度として自動車の排気の薄められた割合で表わすことができるが³⁾、室内で自動車排気ガスを約10,000倍に薄めた程度であり、郊外の住宅地の環境状態といえる。

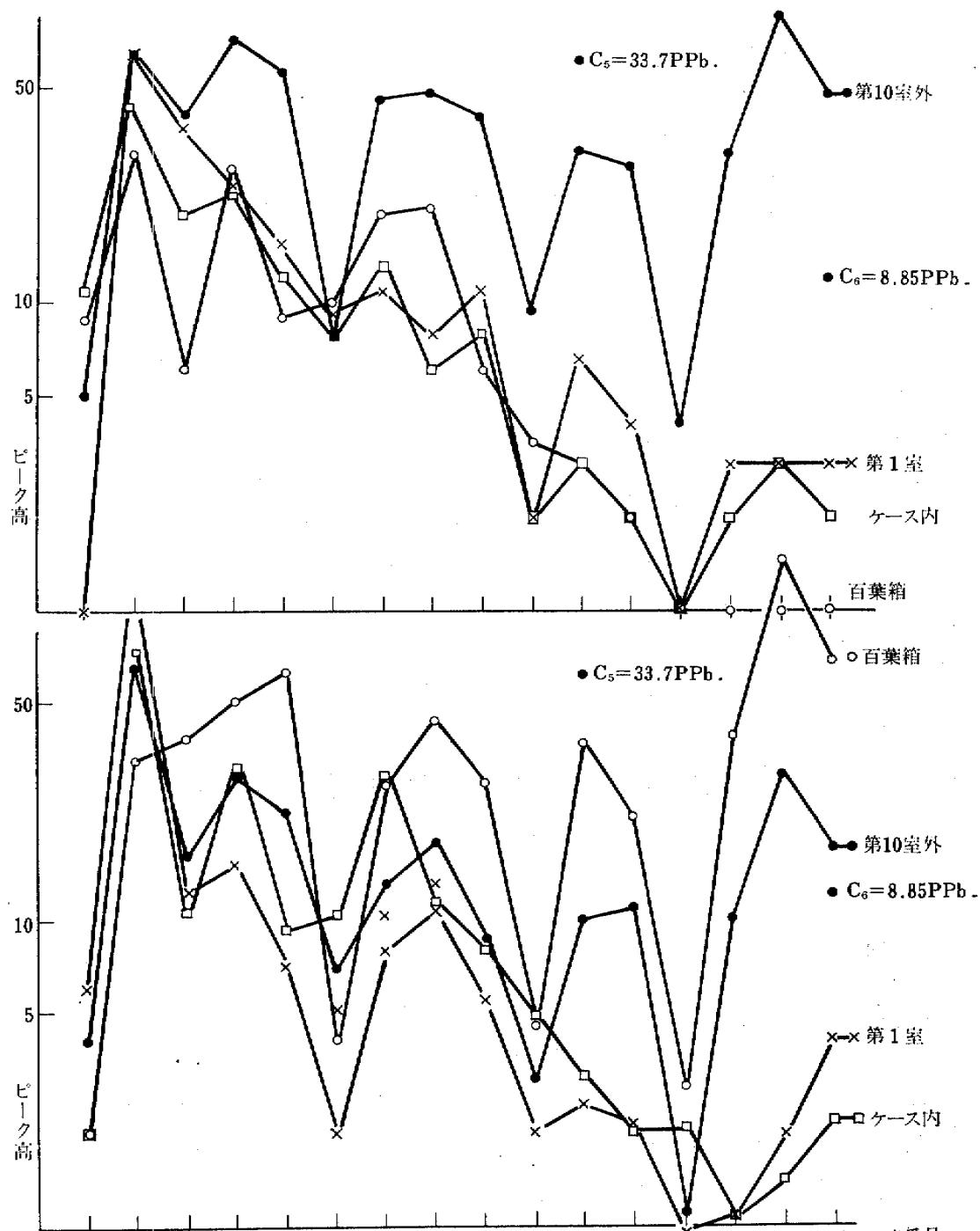


図-7 会期前の炭化水素測定結果

上 45.10.8 下 45.10.9

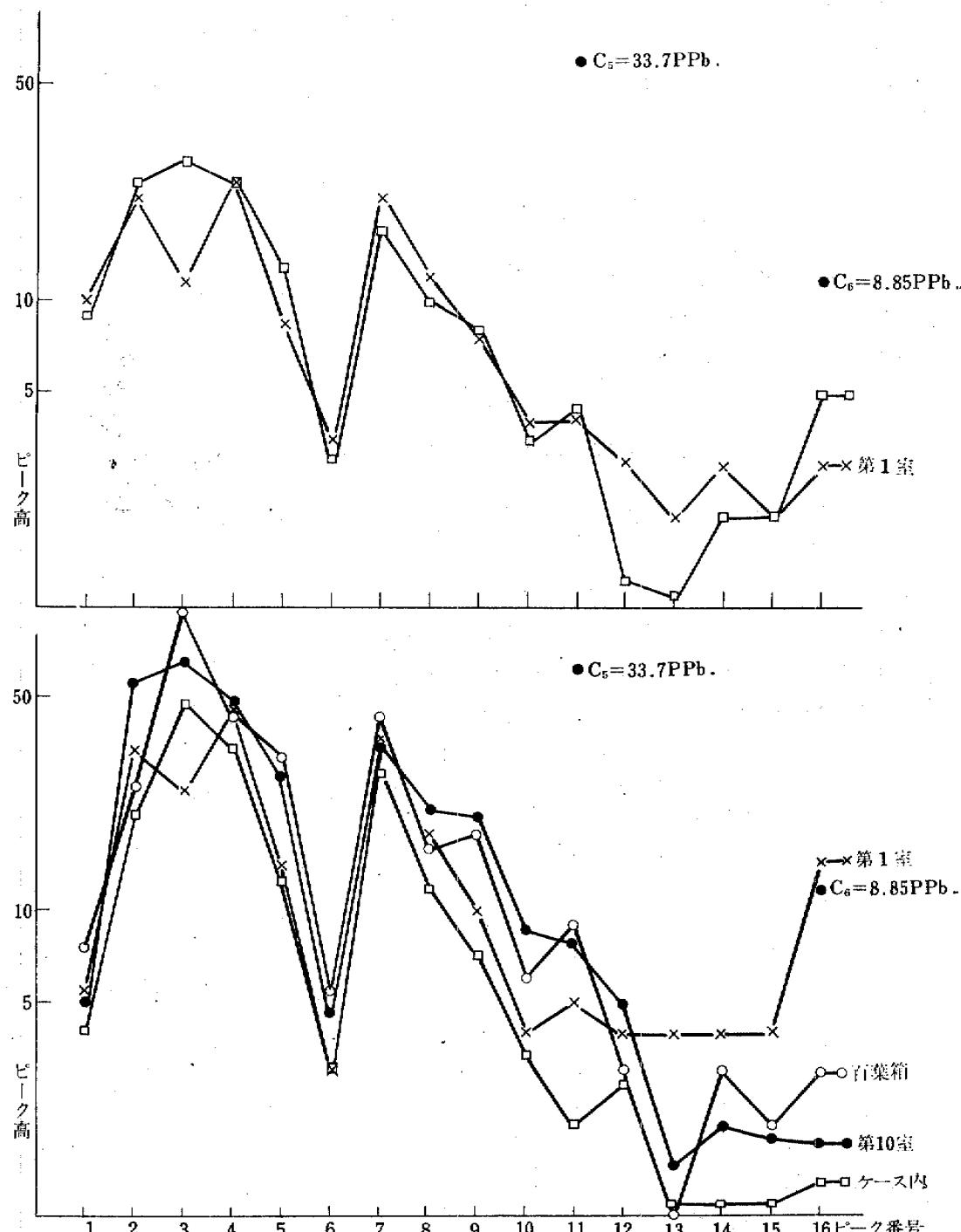


図-8 会期中の炭化水素測定結果

上 45.10.28午前 下 45.10.28午後

3. 検知管法による炭酸ガスの測定結果

炭酸ガスの測定は、会期中の10月28日のみで、測定結果は表-2の通りである。

表-2について考察すると、開館前は室内外共350 ppmで、これがバックグラウンドといえる。室内に於て入場者の増加と共に上昇し、15時の滞留者数最高時には1,200 ppmと0.1%(1,000 ppm)の衛生基準を上まわっている。この時点でケース内は1/2の濃度であった。以後、入場者数の減少に伴ない濃度は低下し、閉館後30分でバックグラウンド近くまで下っていたが、ケース内はやや時間にずれが認められた。

表-2 炭酸ガス測定結果 45.10.28 (単位 ppm)

測定点 時間	第1室	第1室 ケース内	第10室 窓外
8.00	350	350	350
10.10	500	—	350
15.00	1,200	600	350
17.30	450	500	350

5. 金属板による汚染因子の調査

金属薄板試片設置場所：陳列室窓（第五室南側 第十室北側）陳列室内（第一室南側）陳列
ケース内（第一室南側）

設置期間：45年9月4日～11月9日

結果：期間が短かったため余りはっきりした結果は得られなかった。

銀 窓で測定した侵入外気による腐食生成物のX線回折線は硫化銀より塩化銀が顕著に認められ、自動車交通量との関連を示していることはガスクロマトグラフ法と符合している。

室内、ケース内は、はっきりした回折線は認められなかった。

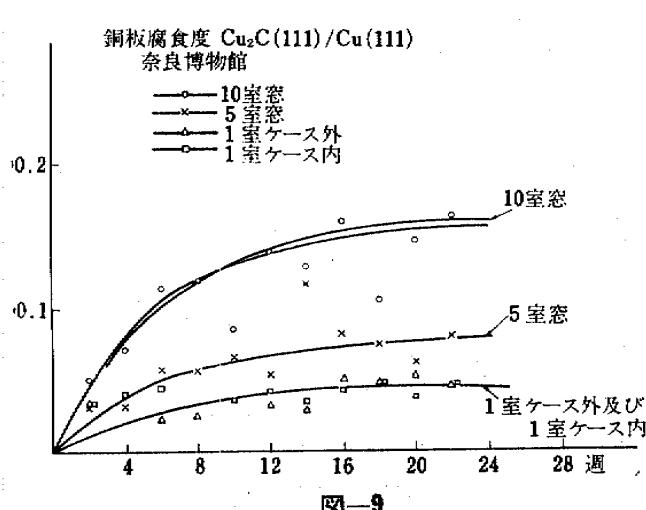


図-9

銅 外気は銅と酸化第一銅との比の腐食度をとっても低い汚染度と判定できた。

室内、ケース内銀同様、金属板自体の銅以外の回折線は認められなかった。

X線回折法による腐食生成物の検出の場合ある膜厚（一般にμ単位で表わされる位の厚さ）にならなければ検出できないので、ごく初期の腐食膜は検出不可能で、この場合は電子回折法が有効である。また蛍光X線分析で硫黄、塩素の検出を行なえば、短期間でも或程度判定が可能であるが、本調査では行なっていない。

正倉院に於ける調査

正倉院西宝庫階下唐櫃内、構内東、西百葉箱中に於て10月15日～11月12日の約1ヶ月間測定を行なったが、唐櫃内は、銀銅いづれも腐食生成物は検出されず、百葉箱内でも銀については、はっきりした腐食生成物の回折線が認められず、銅については酸化第一銅による腐食度も奈良博と同程度であった。東と西を比較すると西百葉箱の方が高い値を示していた（これは設置4

ヶ月後の試料に於ても、銅の腐食度、銀の塩化銀の生成も同じ傾向を示していた)

(5項 江本記)

6. ま と め

時間的に充分な測定ができなかったが、以上の測定結果を総合すると、イオウ酸化物、窒素酸化物共、館外では、住宅地程度、目張したケース内には正倉院展期間中は認められなかった。

炭化水素は自動車の排気が汚染源で10月の上旬と10月の下旬では、その車種が異っていた。炭酸ガスについては、充分なデーターでないが、ケース内にも認められ、量的には半減していた。

金属板による汚染因子の調査に関しては、外気の汚染度は、低く、特に会期中は、ケースを目張りしたので、御物に対する腐食の影響はなかったと判断している。

著者らが、今まで行なってきた調査は、主に屋外の測定であるため、室内環境について充分な検討ができなかった。今後は、収蔵庫あるいは陳列場等、より多くの調査を実施し、文化財環境について、その良否を検討する予定である。

終りに本調査に当り、藏田蔵館長始め館員諸氏に種々御配慮いただいたことを記し、感謝の意を表する。

文 献

- 1) 大気汚染研究懇談会：大気汚染標準分析法（A-2） 分析化学 Vol. 16 (1967) pp 514—516
- 2) 東京都首都整備局都市公害課 東京都の大気汚染調査の概要 昭和33年 p 72
- 3) 加藤龍夫：活性炭吸着濃縮による都市空気中自動車排ガス測定法 分析化学 Vol 15 (1966) pp 14—19

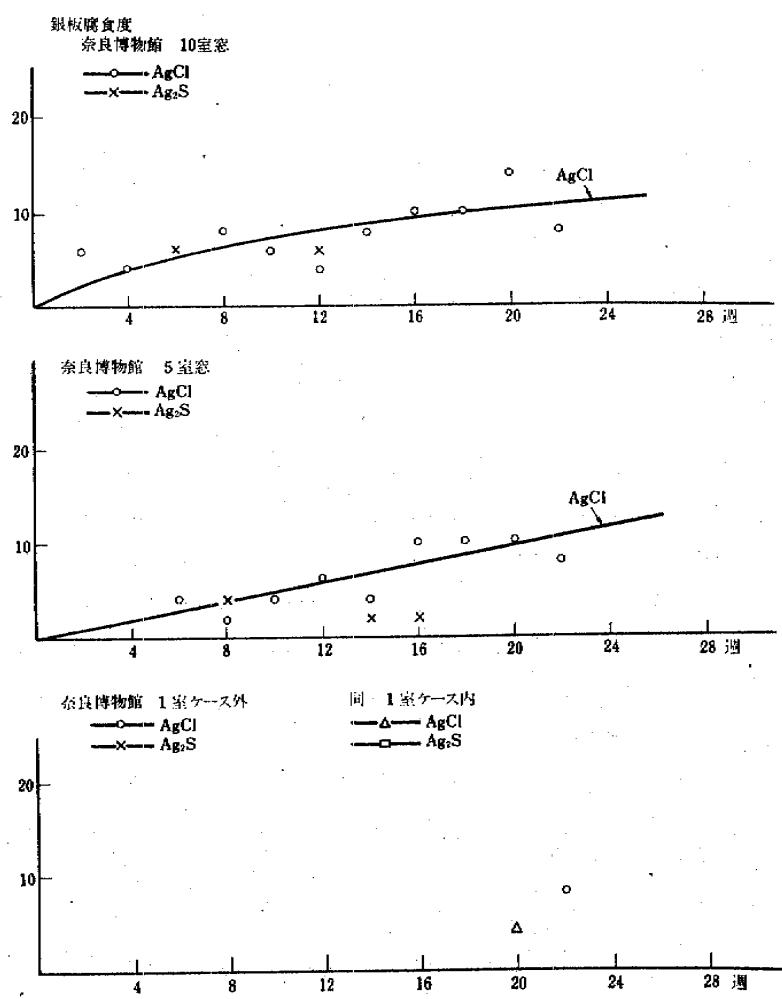


図-10

Résumé

Takeo KADOKURA and Yoshimichi EMOTO : The Environmental investigation on the Shōsō-in Exhibition at the Nara National Museum

The Shōsō-in Exhibition is held annually at the Nara National Museum from late October to early November to show part of the Shōsō-in Treasures. Recent increased air pollution made it necessary to study environment of the display of the precious cultural heritages. This is a report on the results of our research at the Shōsō-in Exhibition held between October 25 and November 8, 1970.

The subjects and methods of research were : sulfur oxides and nitrogen oxides, by alkali filter paper method ; hydrocarbon, by active carbon absorption method and gas chromatography, and carbon dioxide, by detector tube method. We made these researches before and during the exhibition on the atmosphere in and out of the exhibit galleries as well as inside the showcases.

1. Sulfer oxides

Sulfer oxides was almost entirely absent both in the gallerie and in the showcases. It was high outside during the period of the exhibition, the concentration being a little lower than in residential quarters in the outskirts of Tokyo.

2. Nitrogen oxides

About half of outside concentration was recognized in the galleries and in the showcases before the exhibition, but none in the showcases during the period.

3. Hydrocarbons

We compared gas-chromatographic patterns about hydrocarbons ranging between Ethane and n-Hexane. The concentration was in the order of inside the showcases, inside the galleries and outside the building, the last being about 1/10,000 of car exhaust. Their peak patterns differen during the exhibition. The source was judged to be gasoline cars before the exhibition and Diesel cars during the exhibition.

4. Carbon dioxide

At 3 p. m. when the number of visitors staying in the galleries was the greatest, 1,200 ppm was detected in the galleries and 600 ppm in the showcases. 30 minutes after the closing time, the concentrarion in the building descended to a background degrec but was 500 ppm in the showcases. Survey by means of metal slats disclosed that the concentration in the showcases was low during the exhibition. It was judged that there was no corrosive influence on the treasures.

Taken altogether, the environment of display was fine because all the treasures were placed in sealed showcases.