

# 中国、山東省孔子廟にある煉瓦の螢光X線分析

沢 勲 Isao SAWA  
河野久征 Hisayuki KOHNO

## ABSTRACT

[*Fundamental Parameter Analysis on Brick Samples  
from the Confucian Temple in Shandong, CHINA*]

CONFUCIUS (551-479 B.C.), was China's most famous teacher, greatest philosopher, and political theorist, whose ideas have influenced the civilizations of all of eastern Asia. *THE CONFUCIAN TEMPLE* remained one of the principal seats of learning by confucius. *THE CONFUCIAN TEMPLE* is located in Gufu-city, Gufu-prefecture, Shandong-province in China. Gufu-city is located south-west of Shandong-province; situated in latitude 35°36' N., and longitude 117°02 'E..

It can be suggested that these facts are related to the chemical component by X-ray fluorescent (XRF) analysis using the semi-fundamental parameter (SFP) method. The major chemical component by group analysis are as follows; (a) SiO<sub>2</sub> (=72.47W<sub>t</sub>%), (b) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (=13.85W<sub>t</sub>%), (c) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (=4.22W<sub>t</sub>%), (d) K<sub>2</sub>O (=2.58W<sub>t</sub>%), (e) CaO (=2.43W<sub>t</sub>%), (f) Na<sub>2</sub>O (=1.76W<sub>t</sub>%), (g) MgO (=1.37W<sub>t</sub>%), (h) TiO<sub>2</sub> (=0.71W<sub>t</sub>%), (i) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (=0.53W<sub>t</sub>%) and (j) MnO (=0.09W<sub>t</sub>%), etc.

In the semi-fundamental parameter (SFP) method, the order analysis using the group analysis data compared the relation ship be-

tween *THE CONFUCIAN TEMPLE* with the brick samples, and Jetavanavihāra with the brick and the soil samples in India. (*The Review of the Osaka University of Economics and Law*, **51** (1993), pp. 1-24)

## 1 はじめに

孔子廟は、中国山東省曲阜県曲阜市内にある。この曲阜市は、山東省西南部の県で済寧地区にある北緯 $35^{\circ}36'$ と東経 $117^{\circ}02'$ の地点にある。曲阜は、周代に魯国の都で、周公を始祖と仰ぎながら古い文化を維持した都市である<sup>(2)</sup>。この場所が孔子の故郷である<sup>(1)</sup>。孔子は、B.C.551~479年で、儒教の開祖であり、春秋時代末期の思想家でもある。孔子の思想の論語(言行録)は、日本人の精神・文化生活や礼儀等のルールに大きな影響を与えた。その時期は、飛鳥・奈良時代から伝えられ江戸時代から今日までも伝えられている。

孔子廟は、孔子を祀りするために建立され、思想教育・学問の殿堂である。孔子廟には、前院と後院がある<sup>(3)</sup>。前院は金声玉振坊から十三碑亭までであり、後院は大成門から聖跡殿までである。この後院の「杏壇」付近にあるレンガを採集した(この杏壇の前に立つ写真が **Fig. 10** である)。

筆者は日本文化に大きな影響を与えた仏教と儒教を開祖した方の足跡を比較することも、学問上の重要な要点と考えた。その第一歩としてレンガ建造物の分析を行った<sup>(4)~(8)</sup>。したがって、蛍光X線分析による成分分析値は、共通点が多いことも理解できた。ここでグループ定量分析による成分分析の結果を報告する。

① $\text{SiO}_2=72.47\text{Wt}\%$  ② $\text{Al}_2\text{O}_3=13.85\text{Wt}\%$  ③ $\text{Fe}_2\text{O}_3=4.22\text{Wt}\%$  ④ $\text{K}_2\text{O}=2.58\text{Wt}\%$  ⑤ $\text{CaO}=2.43\text{Wt}\%$  ⑥ $\text{Na}_2\text{O}=1.76\text{Wt}\%$  ⑦ $\text{MgO}=1.37\text{Wt}\%$  ⑧ $\text{TiO}_2=0.71\text{Wt}\%$  ⑨ $\text{P}_2\text{O}_5=0.53\text{Wt}\%$  および ⑩ $\text{MnO}=0.09\text{Wt}\%$  等である。特に、ケイ酸と酸化アルミニウムの多い特徴が見られた。

この結果と祇園精舎のレンガとの比較を行うと、半金属・半導体材料である $\text{SiO}_2$ と $\text{Al}_2\text{O}_3$ が共に多い含有率であることが認められた。一方、同様なことがX線回折分析における格子定数からも認められた。ここに、聖者の寺院における物心両面の比較が心に引かれたので、以下報告する。

## 2 実験方法

本研究において用いた孔子廟レンガは、正門より入って奥にある本堂側にある材料である。このレンガは化学的な前処理を行わずに、直接ボールミルを用い、200メッシュ以下になるように粉砕した。<sup>(4)~(8)</sup>粉末では、分析誤差が大きいため、その分析誤差を小さくする方法を用いた。それがガラスビート法である。ガラスビート法は、サンプルを0.300gと $\text{LiB}_4\text{O}_7$ （4ホウ酸リチウム）を融剤として、3.000gを加えた。これらを十分に混合させてから白金ルツボ内に入れて、白金ルツボのふたをかぶして、高周波炉（1100°C）のビードサンプルで作製した。高周波炉内の温度について、最初は2分間1100°Cに加熱して、その後、加熱したままで5分間揺動させた。これを分析用の試料とした。測定にはステンレスマスク（30mm $\phi$ ）を用いた。<sup>(5)~(7)</sup>

分析に用いた装置は、理学電機工業/全自動蛍光X線分析装置 System Device 3270である。この装置には、ファンダメンタル・パラメーター（FP）法のコンピュータのプログラムを組み込んだものを使用した。このFP法のプログラムのうち、オーダー分析とグループ定量分析を行った。分析において、測定条件は次のとおりである（Table 1）。フィルター（out）、Diaphragm（30mm）、Attenuator（1/1）、スリット（Coarse）、結晶としては、TAP（ナトリウムとマグネシウム）、PET（アルミニウムとケイ素）、ゲルマニウム（燐、カリウムとカルシウム）およびLiF1（チタン、マンガンと鉄）であり、X線管内の印加電圧（50kV）と電流（50mA）<sup>(5)~(7)</sup>である。

## 3 実験結果

### 3.1 酸化ナトリウム（ $\text{Na}_2\text{O}$ ）<sup>(5)(6)</sup>の分析

酸化ナトリウムの実験条件としては、フィルター（out）、スリット（Coarse）、結晶（TAP）、PHA（LL=100とUL=300）、ピーク角度（ $2\theta=55.20\text{deg}$ とFT=100sec）、バックグラウンド1の角度（ $2\theta=53.50\text{deg}$ とFT=50sec）およびバックグラウンド2の角度（ $2\theta=56.88\text{deg}$  FT=50sec）である。この実

**Table 1** Relation between Peak Point and Back Ground (BG 1 and BG. 2) on Component Spectrum on Brick Samples from the Confucian Temple

Element name	Filter	Diaphragm	Attenuator	Slit	Crystal	PHA	XG (kV)-(mA)	Peak $2\theta$ -FT (deg)-(sec)	BG.1 $2\theta$ -FT (deg)-(sec)	BG.2 $2\theta$ -FT (deg)-(sec)	Calibration Constant	
											B	C
Na	out	30	1/1	Coarse	TAP	100-300	50 - 50	55.20-100	53.50-50	56.88-500.1017E+02	-0.6436E-01	
Mg	out	30	1/1	Coarse	TAP	100-300	50 - 50	45.28-100	43.35-50	47.23-500.3366E+01	0.4515E-01	
Al	out	30	1/1	Coarse	PET	100-300	50 - 50	144.78-	40141.00-20	147.00-200.1283E+01	0.7307E+00	
Si	out	30	1/1	Coarse	PET	100-300	50 - 50	109.10-	40106.50-20	111.10-200.1453E+01	0.4652E+01	
P	out	30	1/1	Coarse	Ge	150-300	50 - 50	141.00-	40139.35-20	142.55-200.4125E+00	0.6038E-02	
K	out	30	1/1	Coarse	LiF1	150-300	50 - 50	69.95-100	67.50-50	71.93-500.4071E+00	-0.3093E-01	
Ca	out	30	1/1	Coarse	LiF1	150-300	50 - 50	61.93-60	60.35-30	63.38-300.2794E+00	0.6160E-01	
Ti	out	30	1/1	Coarse	LiF1	100-300	50 - 50	86.16-100	85.56-50	86.84-500.9215E+00	0.7018E-02	
Mn	out	30	1/1	Coarse	LiF1	100-300	50 - 50	63.01-40	62.12-20	63.99-200.1121E+00	0.7211E-02	
Fe	out	30	1/1	Coarse	LiF1	100-300	50 - 50	57.55-40	56.68-20	58.41-200.7695E-01	0.6718E-00	

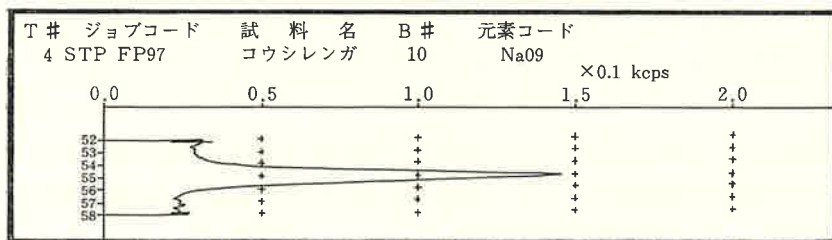


Fig. 1 Chart Recording of NaK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

験方法によって得られたスペクトル線は、Fig. 1 である。NaK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=55.08\text{deg}$  の時に、0.1880keps である。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{\text{Na}_2\text{O}} = -0.064356 + 10.165 I_{\text{Na}} \dots \dots \dots (1)$$

である。

ここで、 $X_{\text{Na}_2\text{O}}$  は  $\text{Na}_2\text{O}$  の含有率であり、 $I_{\text{Na}}$  はナトリウムの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化ナトリウムの含有率は 1.76Wt% である。

### 3.2 酸化マグネシウム (MgO)<sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化マグネシウムの実験条件としては、フィルター(out)、スリット(Coarse)、

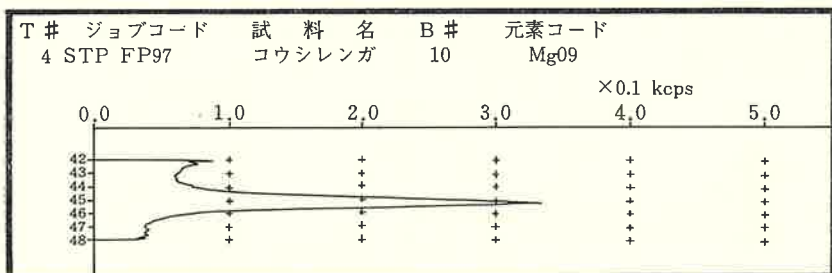


Fig. 2 Chart Recording of MgK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

結晶 (TAP)、PHA (LL=100 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=45.28\text{deg}$  と FT=100sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=43.35\text{deg}$  と FT=50sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=47.23\text{deg}$  と FT=50sec) である。この実験法によって得られたスペクトル線は、**Fig. 2** である。MgK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=45.20\text{deg}$  の時に、0.4015kcps である。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

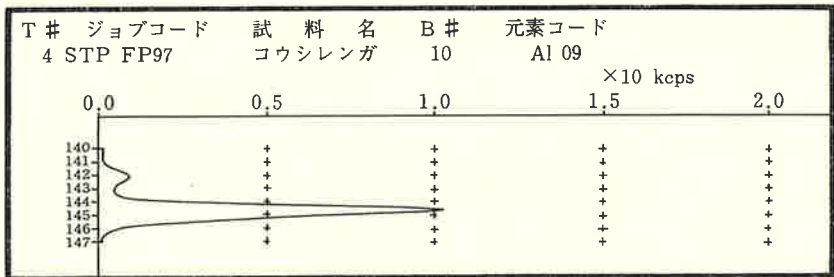
$$X_{\text{MgO}} = 0.045154 + 3.3657 I_{\text{Mg}} \dots\dots\dots(2)$$

である。

ここで、 $X_{\text{MgO}}$  は MgO の含有率であり、 $I_{\text{Mg}}$  はマグネシウムの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化マグネシウムの含有率は 1.37  $W_t\%$  である。

### 3.3 酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )<sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化アルミニウムの実験条件としては、フィルター(out)、スリット(Coarse)、結晶 (PET)、PHA (LL=100 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=144.78\text{deg}$  と FT=40sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=140.00\text{deg}$  と FT=20sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=147.00\text{deg}$  と FT=20sec) である。この実験方法によって得られたスペクトル線は、**Fig. 3** である。AlK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=144.65\text{deg}$  の時に、9.5740



**Fig. 3** Chart Recording of AlK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

kcps である。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

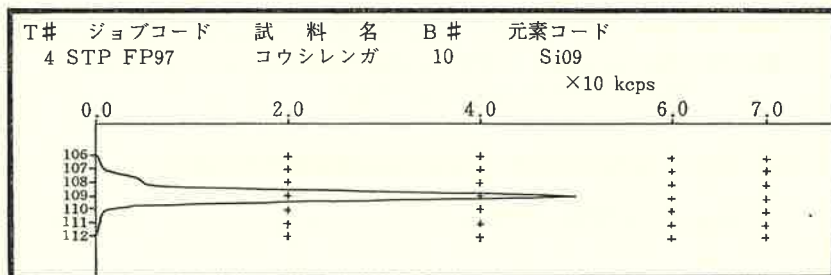
$$X_{Al_2O_3} = 0.73069 + 1.2826I_{Al} \dots\dots\dots(3)$$

である。

ここで、 $X_{Al_2O_3}$  は  $Al_2O_3$  の含有率であり、 $I_{Al}$  はアルミニウムの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化アルミニウムの含有率は 13.85 Wt% である。

### 3.4 けい酸 ( $SiO_2$ ) の分析<sup>(5)(6)</sup>

けい酸の実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (PET)、PHA (LL=100とUL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=109.10deg$  と FT=40sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=106.50deg$  と FT=20sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=111.10deg$  と FT=20sec) である。この実験方法によって得られたスペクトル線は、**Fig. 4** である。SiK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=108.95deg$  の時に 46.4250kcps である。



**Fig. 4** Chart Recording of SiK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{SiO_2} = 4.6518 + 1.4527 I_{Si} \dots\dots\dots(4)$$

である。

ここで、 $X_{SiO_2}$  は  $SiO_2$  の含有率であり、 $I_{Si}$  はけい素の蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、けい酸の含有率は72.47Wt%である。

### 3.5 五酸化燐 ( $P_2O_5$ ) の分析<sup>(5)(6)</sup>

五酸化燐の実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (Ge)、PHA (LL=150 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=141.00deg$  と FT=40sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=139.35deg$  と FT=20sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=142.55deg$  と FT=20sec) である。この実験方法によって得られたスペクトル線は、Fig. 5 である。PK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=141.08deg$  の時に、1.2512kcps である。

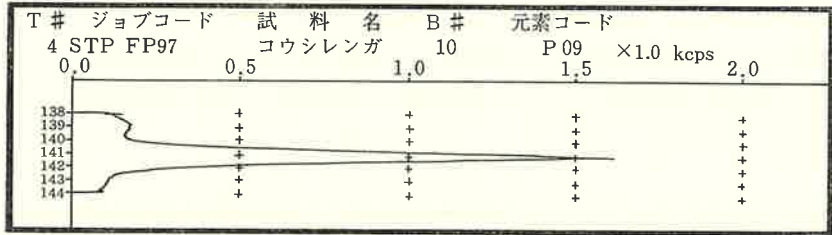


Fig. 5 Chart Recording of PK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{P_2O_5} = 0.0060378 + 0.41254 I_P \dots\dots\dots(5)$$

である。

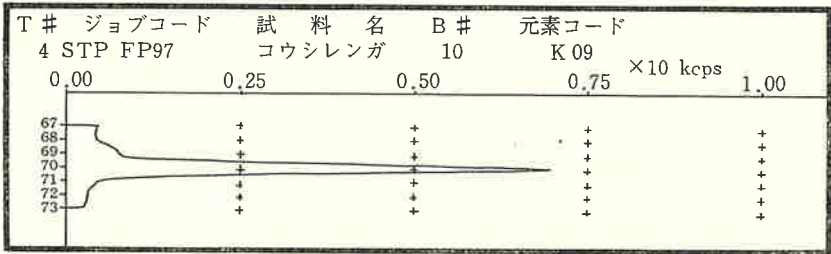
ここで、 $X_{P_2O_5}$  は  $P_2O_5$  の含有率であり、 $I_P$  は燐の蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、五酸化燐の含有率は0.53Wt%である。

### 3.6 酸化カリウム $K_2O$ の分析<sup>(5)(6)</sup>

酸化カリウムの実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、



結晶 (LiF1)、PHA (LL=150 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=69.95\text{deg}$  と FT=100sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=67.50\text{deg}$  と FT=50sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=71.93\text{deg}$  と FT=50sec) である。この実験方法によって得られたスペクトル線は、**Fig. 6** である。KK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=69.98\text{deg}$  の時に、6.4909kcps である。



**Fig. 6** Chart Recording of KK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{K_2O} = -0.030930 + 0.40710I_K \dots\dots\dots(6)$$

である。

ここで、 $X_{K_2O}$  は  $K_2O$  の含有率であり、 $I_K$  はカリウムの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化カリウムの含有率は 2.58 Wt% である。

### 3.7 酸化カルシウム (CaO) <sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化カルシウムの実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (LiF1)、PHA (LL=150 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=61.93\text{deg}$  と FT=60sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=60.35\text{deg}$  と FT=30sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=63.38\text{deg}$  と FT=30sec) である。この実験方法によって得られたスペクトル線は、**Fig. 7** である。CaK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=61.98\text{deg}$  の時に、8.4036kcps で

ある。

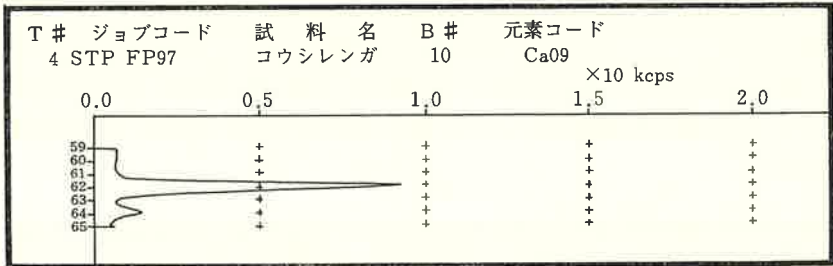


Fig. 7 Chart Recording of CaK $\alpha$  X-Ray Fluorescent Lines on Brick Samples from the Confucian Temple

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{CaO} = 0.061604 + 0.27943 I_{Ca} \dots \dots \dots (7)$$

である。

ここで、 $X_{CaO}$  は CaO の含有率であり、 $I_{Ca}$  はカルシウムの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化カルシウムの含有率は2.43Wt%である。

### 3.8 酸化チタニウム (TiO<sub>2</sub>)<sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化チタニウムの実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (LiF1)、PHA (LL=100 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=86.16\text{deg}$  と FT=100sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=85.56\text{deg}$  と FT=50sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=86.84\text{deg}$  と FT=50sec) である。TiK $\alpha$  線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=86.14\text{deg}$  の時に、0.7554kcps である。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{TiO_2} = 0.0070176 + 0.92146 I_{Ti} \dots \dots \dots (8)$$

である。

ここで、 $X_{TiO_2}$  は TiO<sub>2</sub> の含有率であり、 $I_{Ti}$  はチタンの蛍光X線強度であ

る。バックグラウンド補正の結果、酸化チタニウムの含有率は0.71Wt%である。

### 3.9 酸化マンガン (MnO) <sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化マンガンの実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (LiF1)、PHA (LL=100 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=63.01\text{deg}$  と FT=40sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=62.12\text{deg}$  と FT=20sec) およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=63.99\text{deg}$  と FT=20sec)がある。MnK $\alpha$ 線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=62.97\text{deg}$  の時に、0.7609kcpsである。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{\text{MnO}} = 0.0072109 + 0.11209 I_{\text{Mn}} \dots\dots\dots(9)$$

である。

ここで、 $X_{\text{MnO}}$  は MnO の含有率であり、 $I_{\text{Mn}}$  はマンガンの蛍光X線強度である。バックグラウンド補正の結果、酸化マンガンの含有率は0.09Wt%である。

### 3.10 酸化第二鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) <sup>(5)(6)</sup> の分析

酸化第二鉄の実験条件としては、フィルター (out)、スリット (Coarse)、結晶 (LiF1)、PHA (LL=100 と UL=300)、ピーク角度 ( $2\theta=57.55\text{deg}$  と FT=40sec)、バックグラウンド1の角度 ( $2\theta=56.68\text{deg}$  と FT=20sec)、およびバックグラウンド2の角度 ( $2\theta=58.41\text{deg}$  と FT=20sec)である。FeK $\alpha$ 線のスペクトラムの蛍光X線強度は、ピーク角度  $2\theta=57.52\text{deg}$  の時に4.2087kcpsである。

一方、グループ定量分析において得られた検量線の条件式は、

$$X_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0.67184 + 0.076947I_{\text{Fe}} \dots\dots\dots(10)$$

である。

中国、山東省孔子廟にある煉瓦の蛍光X線分析（沢、河野）

ここで、 $X_{Fe_2O_3}$  は  $Fe_2O_3$  の含有率であり、 $I_{Fe}$  は鉄の蛍光X線強度である。  
バックグラウンド補正の結果、酸化第二鉄の含有率は4.22Wt%である。

## 4 検 討

### 4.1 自動定性オーダー分析の検討<sup>(5)(6)</sup>

中国の山東省にある孔子廟に構築していたレンガについて自動定性分析を行った。この自動定性分析に関する各元素は、**Table 2** のとおりである。

**Table 2** Periodic Table of Elements in Brick Samples from the Confucian Temple

族 周期	軽金属		重 金 属								半金属 半導体		非金属		
	I a	II a	III a	IV a	V a	VI a	VII a	VIII	I b	II b	III b	IV b	V b	VI b	
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305										13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.064
4	19 K 39.098	20 Ca 40.080		22 Ti 47.88			25 Mn 54.938	26 Fe 55.847			30 Zn 65.37				
5		38 Sr 87.62		40 Zr 91.22											
6									79 Au 196.97						
			遷移金属元素										典型金属元素 (水素含む)		
			典型金属元素												

**Table 2** に表示している各元素のグループは、次のとおりである。すなわち、第Ia族の軽金属では、原子番号、11のナトリウムと19のカリウムがあり、第IIa族の軽金属では、原子番号12のマグネシウム、20のカルシウムおよび38のストロンチウムがある。さらに、第IVa族の重金属では、原子番号

中国、山東省孔子廟にある煉瓦の蛍光X線分析 (沢、河野)

22のチタンおよび40のジルコニウムなどが含まれている。他は各族に対してそれぞれ1元素しか含まれていない。一方、第3周期には、原子番号11のナトリウム、12のマグネシウム、13のアルミニウム、14のケイ素、15のリンおよび16のイオウの6元素が含まれている。同様に、第4周期には、原子番号19のカリウム、20のカルシウム、22のチタン、25のマンガン、26の鉄および30の亜鉛がある。さらに、第5と第6周期には、それぞれ38のストロンチウム、40のジルコニウムおよび79の金が含まれている。

この成分の中で、半導体の材料である14のケイ素が沢山含まれていることと、79の金が含まれていることは興味を引く所である。したがって、これらの各成分に対して、自動定性オーダー分析を行った結果を、**Table 3** に表示し

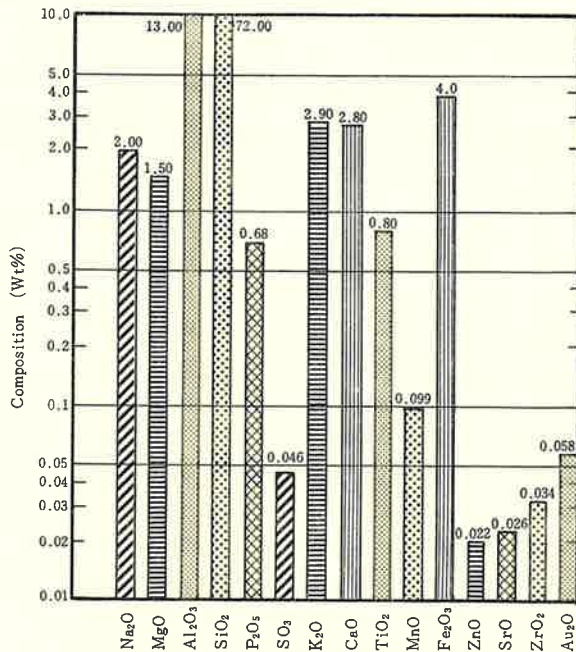
**Table 3** The Order Analytical Results by Fundamental Parameter Method of Brick Samples from the Confucian Temple

Component	Order Analysis A			Order Analysis B			Group Analysis (Wt%)	BCS375 EXP. (Wt%)	
	Spectol	Intensity (kcps)	Com-position (Wt%)	Spectol	Intensity (kcps)	Com-position (Wt%)			
Na <sub>2</sub> O	Na-Kα	0.118	2.000	Na-Kα	0.118	2.000	1.76	10.00	
MgO	Mg-Kα	0.283	1.500	Mg-Kα	0.283	1.500	1.37		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al-Kα	10.180	13.000	Al-Kα	10.180	13.000	13.85	21.00	
SiO <sub>2</sub>	Si-Kα	49.442	71.000	Si-Kα	49.442	72.000	72.47	67.00	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P-Kα	1.404	0.670	P-Kα	1.404	0.680	0.53	0.02	
SO <sub>3</sub>	S-Kα	0.088	0.046	S-Kα	0.088	0.046		0.17	
K <sub>2</sub> O	K-Kα	6.584	2.800	K-Kα	6.584	2.900	2.58	0.80	
CaO	Ca-Kα	8.512	2.800	Ca-Kα	8.512	2.800	2.43	0.96	
TiO <sub>2</sub>	Ti-Kα	0.739	0.790	Ti-Kα	0.739	0.800	0.71		
MnO	Mn-Kα	0.706	0.098	Mn-Kα	0.706	0.099	0.09		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe-Kα1	8.515	4.800	Fe-Kα	42.075	4.000	4.22	0.14	
ZnO	Zn-Kα	0.748	0.022	Zn-Kα	0.748	0.022		0.02	
SrO	Sr-Kα	3.472	0.026	Sr-Kα	3.472	0.026		Trace	
ZrO <sub>2</sub>	Zr-Kα	5.126	0.034	Zr-Kα	5.126	0.034		0.02	
Au <sub>2</sub> O	Au-Lβ1	1.198	0.058	Au-Lβ1	1.198	0.058		0.03	
TOTAL			99.644	TOTAL			99.965	100.01	100.16

た。

自動定性オーダー分析を行うため、この材料の成分に近い BCS 375 を実験したのが、**Table 3** の右側のデータである。自動定性オーダー分析の信頼性を向上させるため、それぞれ異なった条件で実験を行ったのが **Table 3** の A と B である。**Table 3** の A と B を比較すれば、次のとおりである。強度については、同じである。が、A が大きい含有率は  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  において 0.8Wt% である。B が大きい含有率は  $\text{SiO}_2$  で 1.00Wt%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  で 0.01Wt%、 $\text{K}_2\text{O}$  で 0.1Wt%、 $\text{TiO}_2$  で 0.01Wt%、 $\text{MnO}$  で 0.001Wt% である。A の全含有率は 99.644Wt% であるのに、B の全含有率は 99.965Wt% である。その差は 0.321Wt% である。

自動定性オーダー分析 B のデータを図示したのが、**Fig. 8** である。**Fig. 8**



**Fig. 8** Relation between X-Ray Fluorescent Composition Data (Order Analysis) and Chemical Component of Brick Samples from the Confucian Temple

において、10Wt%以上の成分は $\text{SiO}_2$ が72.00Wt%と $\text{Al}_2\text{O}_3$ が13.00Wt%である。この両者は半金属・半導体材料として有名である。この両者を合わせると85.00Wt%である。この15成分の中で、 $\text{SiO}_2$ と $\text{Al}_2\text{O}_3$ の合計が約9割も含まれている特徴が見られたのが特筆すべきである。

次に、1Wt%以上のコンポネントは、 $\text{Na}_2\text{O}$  (2.0Wt%)、 $\text{MgO}$  (1.5Wt%)、 $\text{K}_2\text{O}$  (2.90Wt%)、 $\text{CaO}$  (2.80Wt%) および  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4.0Wt%) である。この5コンポネントを合わせると13.20Wt%である。この中で、注目されることは、 $\text{Au}_2\text{O}$ が0.058Wt%であることである。また、この孔子廟にも金が含まれている特徴が見られた (**Fig. 11**)。

これらの結果について、インドの祇園精舎 (Jetavanavihāra)<sup>(5)(8)</sup> とマヘート遺跡 (Maheth) について比較を行った。本学論集48号のKapilavast<sup>(7)</sup>は正しいのではなく、マヘート遺跡 (Maheth) のパッキ=クッティー (Pakki-kuti) である。ここでは、東洋の聖者である釈迦と孔子に関心が高いため比較を行った。**Table 4**において、インドの祇園精舎のレンガをⒶ、土質をⒷとし、またマヘート遺跡のレンガをⒸとし、それぞれの成分に対して比較を行った。その結果は、次のとおりである。すなわち、祇園精舎のレンガⒶは $\text{Na}_2\text{O}$  (1.15Wt%)、 $\text{SiO}_2$  (4.00Wt%)、 $\text{CaO}$  (2.05Wt%) 等を含め7成分が大きく、他は小さい値である。祇園精舎の土質Ⓑが大きいのは、 $\text{Na}_2\text{O}$  (0.90Wt%)、 $\text{SiO}_2$  (2.00Wt%)、 $\text{CaO}$  (1.60Wt%) 等を含め6成分が大きく、他は小さい。また、マヘート遺跡のレンガⒸが大きいのは、 $\text{Na}_2\text{O}$  (1.05Wt%)、 $\text{CaO}$  (2.26Wt%) を含め8成分が大きく、他は小さい。以上のことから、孔子廟の各成分が、インドのデータよりも大きい成分は、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{SrO}$  および  $\text{Au}_2\text{O}$  である。酸化金の $\text{Au}_2\text{O}$ が釈尊の足跡地よりも孔子廟の含有量大きいこともわかった。 $\text{Au}_2\text{O}$ が、なぜ、聖域にあるのが疑問である。**Fig. 11**において、アルゴンレーザー型顕微鏡による写真を行った。その中で、小さく光っているのが $\text{Au}_2\text{O}$ であることが確認できた。聖者の後光との関係があるなら、なお、興味の引くところである。聖者が選ばれた土地は、全く、偶然とは考えられないのである。すなわち土質、気候、交通および環境などのあらゆる条件に最適な要因が備えられたことと考えられる。

**Table 4** Relation between the Jetavanavihāra and the Maheth in India and the Confuciaon Temple in China for Order Analysis

Component	Spect- rum	India			China	(India)—(China)		
		Jetavanavihāra		Maheth	Conf. T			
		Brick (A)	Soil (B)	Brick (C)	Brick (D)	(A)—(D)	(B)—(D)	(C)—(D)
Na <sub>2</sub> O	NaKα	0.85	1.10	0.95	2.00	-1.15	-0.90	-1.05
MgO	MgKα	1.80	1.70	1.80	1.50	0.30	0.20	0.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlKα	18.00	15.00	16.00	13.00	5.00	2.00	3.00
SiO <sub>2</sub>	SiKα	68.00	70.00	70.00	72.00	-4.00	-2.00	-2.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PKα	0.25	0.85	0.12	0.68	-0.43	0.17	-0.56
SO <sub>3</sub>	SKα	0.06	0.08	0.07	0.05	0.01	0.03	0.02
K <sub>2</sub> O	KKα	3.90	3.80	3.40	2.90	1.00	0.90	0.50
CaO	CaKα	0.75	1.20	0.54	2.80	-2.05	-1.60	-2.26
TiO <sub>2</sub>	TiKα	0.94	0.80	0.87	0.80	0.14	0.00	0.07
MnO	MnKα	0.07	0.09	0.07	0.10	-0.03	-0.01	-0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeKα	6.10	5.20	6.00	4.00	2.10	1.20	2.00
ZnO	ZnKα	0.02	0.02		0.02	0.00	0.00	0.00
SrO	SrKα	Trace	Trace	Trace	0.03	-0.03	-0.03	-0.03
ZrO <sub>2</sub>	ZrKα	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	-0.01
Au <sub>2</sub> O	AuLβ1	0.04	0.03	0.03	0.06	-0.02	-0.03	-0.03
TOTAL		100.81	99.90	99.87	99.97	+8.55 -7.71	+4.53 -4.57	+5.89 -5.97

4.2 グループ定量分析の検討<sup>(5)(6)</sup>

グループ定量分析を行うため、まずコンピュータのプログラムに測定条件を設定した。自動定性オーダー分析には、15個のコンポネントを用いた。ここでは、小さい含有率は省略して10個のコンポネントをファンダメンタル・パラメーター法によって測定を行った。測定条件を **Table 5** のとおりに表示した。

各コンポネントに対して、スペクトラムは Kα 線を用い、分光結晶はそれぞれ TAP、PET、Ge、LiF1 を用いた。PHA の下限は100と150であり、上限は300である。ピークの角度、バックグラウンド1の角度およびバックグラ



**Table 5** Group Analytical Results by Fundamental Parameter (thick)  
Method on Brick Samples from the Confucian Temple

Component	Spectrum	Raw Int (kcps)			Net-Intensity (kcps)	Unnorm- alized (Wt%)	Nor- malized (Wt%)	Results (Wt%)
		Peak	BG. 1	BG. 2				
Na <sub>2</sub> O	NaKα	0.2164	0.0375	0.0337	0.1808	1.7528	1.7583	1.76
MgO	MgKα	0.4707	0.0826	0.0557	0.4015	1.3692	1.3735	1.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlKα	9.6692	0.0938	0.0961	9.5740	13.8030	13.8460	13.85
SiO <sub>2</sub>	SiKα	44.6300	0.2160	0.1969	46.4250	72.2440	72.4700	72.47
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PKα	1.3597	0.1179	0.0997	1.2512	0.5288	0.5305	0.53
K <sub>2</sub> O	KKα	6.8152	0.3721	0.2857	6.4909	2.5677	2.5758	2.58
CaO	CaKα	9.1129	0.5675	0.8394	8.4036	2.4207	2.4283	2.43
TiO <sub>2</sub>	TiKα	0.8734	0.1238	0.1114	0.7554	0.7029	0.7051	0.71
MnO	MnKα	1.1977	0.4706	0.3995	0.7609	0.0905	0.0908	0.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeKα	48.6250	1.0027	0.8173	47.7160	4.2087	4.2219	4.22
TOTAL						99.6883	100.0002	100.01

ウィンド2の角度 $2\theta$ に対して、それぞれ設定の測定時間（FT）は20、40、50、60および100secに設定したのがピークポジションである。バックグラウンド1と2のピークポジションの前と後のベースラインを、それぞれBG.1とBG.2とした。

各スペクトルのX線強度に対して、Peak、BG.1およびBG.2の値から正味のX線強度（Net Intensity）を算出した。すなわち、正味（Net）の蛍光X線強度は、次のとおりである。

$$I_{net} = I_{peak} - (I_{BG,1} \sim I_{BG,2}) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $I_{net}$  : 正味の蛍光X線強度

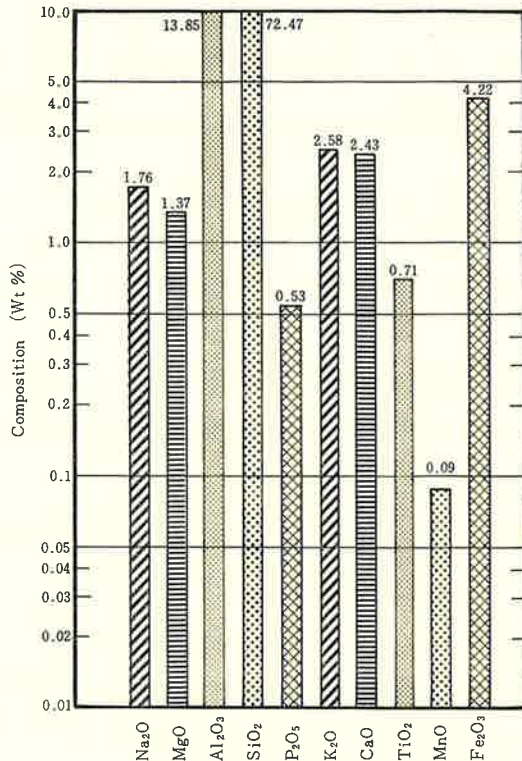
$I_{peak}$  : ピークポジションの蛍光X線強度

$I_{BG,1}$  : バックグラウンド1の蛍光X線強度

$I_{BG,2}$  : バックグラウンド2の蛍光X線強度

以上のような条件にしたがって、グループ定量分析結果は、Table 5のとおりである。

**Table 5** において、各コンポネントのスペクトラムに対して、Peak、BG. 1 および BG. 2 の蛍光X線強度を測定した。この測定値が、すなわち Raw Intensity である。この Raw Intensity を式(1)に代入して計算処理を行うと、Net-Intensity の値になる。この Net-Intensity の値を用いて、Unnormalized 含有率を算出した。この Unnormalized の含有率は、収束条件を満足した最後の値である。この Unnormalized の値から全体を 100Wt% になるように換算すれば、Normalized 含有率になる。このような条件から情報処理を行った最終的な値が、Results のデータである。この Results のデータは、化学分析の結果と同様な信頼性をもった処理方法である。



**Fig. 9** Relation between X-Ray Fluorescent Composition Data (Group Analysis) and Chemical Component of Brick Samples from the Confucian Temple

中国、山東省孔子廟にある煉瓦の螢光X線分析（沢、河野）

この高い信頼性をもった最終的なデータに対して **Fig. 9** のとおりに表示した。**Fig. 9** はセミ・ログのグラフを用いた。その理由は、1Wt% 以下の含有率が多いためである。含有率の多い順によれば、1Wt% 以上として、SiO<sub>2</sub> (72.47Wt%)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (13.85Wt%)、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.22Wt%)、K<sub>2</sub>O (2.58Wt%)、CaO (2.43Wt%)、Na<sub>2</sub>O (1.76Wt%) および MgO (1.37Wt%) などの7コンポネントである。この中で、上位の2つのコンポネントは半金属・半導体材料である。この2コンポネントを合わせると、86.32Wt% である。

東洋の聖者（釈尊と孔子）地の成分比較をするため、**Table 6** のとおりにグループ定量分析を行った。孔子廟のレンガ<sup>(5)~(7)</sup>④は、祇園精舎のレンガ①よりも大きい成分が5成分もある。すなわち、Na<sub>2</sub>O (1.00Wt%)、SiO<sub>2</sub> (1.29Wt%)、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.43Wt%)、CaO (2.01Wt%) および MnO (0.02Wt%) である。ここで、軽金属の Na<sub>2</sub>O と CaO、重金属の MnO、半導体の SiO<sub>2</sub> および非金属の P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 等が各族に対して、一定な傾向が見られないが、3と4周期に含まれていることが理解できた。同様な傾向は、③—④すなわち、③は祇園精舎の土質と④孔子廟のレンガ間にもあり、また、③—④すなわち、③はマヘートのレン

**Table 6** Relation between the Jetavanavihāra and the Maheth in India and the Confucian Temple in China for Group Analysis

Component	Spectrum	India			China	(India)—(China)		
		Jetavanavihāra		Maheth	Conf. T			
		Brick ①	Soil ②	Brick ③	Brick ④	①—④	②—④	③—④
Na <sub>2</sub> O	NaKα	0.73	0.90	0.76	1.76	-1.00	-0.86	-1.00
MgO	MgKα	1.73	1.64	1.74	1.37	0.37	0.27	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlKα	16.32	14.89	15.49	13.85	1.64	1.04	1.64
SiO <sub>2</sub>	SiKα	69.44	71.17	71.18	72.47	-1.29	-1.30	-1.29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PKα	0.19	0.70	0.10	0.53	-0.43	0.17	-0.43
K <sub>2</sub> O	KKα	3.61	3.40	3.10	2.58	0.52	0.82	0.52
CaO	CaKα	0.62	1.03	0.42	2.43	-2.01	-1.40	-2.01
TiO <sub>2</sub>	TiKα	0.84	0.71	0.78	0.71	0.07	0.00	0.07
MnO	MnKα	0.07	0.08	0.07	0.09	-0.02	-0.01	-0.02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeKα	6.45	5.48	6.39	4.22	2.17	1.26	2.17
TOTAL		100.00	100.00	100.01	100.01	+4.77 -4.75	+3.56 -3.57	+4.77 -4.73

がにも見られた。以上のことから、孔子廟の  $\text{SiO}_2$  と  $\text{CaO}$  は、インドの聖地よりも多く含まれていることが理解できる。特に、半金属・半導体材料である  $\text{SiO}_2$  は、孔子廟では多いのに対して、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  は少ない含有率になっている。

## 5 おわりに

孔子廟は、南北1000mで、金声玉振坊から十三碑亭までを前院とし、大成門から聖跡殿までを後院とに区分している。孔子廟の中で奥の院に当る大成門からは、東・中・西路の3路に分別している。この中路に行くと「杏壇」がある。この「杏壇」は孔子が弟子に学問を教えたところである。この「杏壇」の左側にあるところの修理のため掘り出しているレンガを採集した。

このレンガは幸せに日本にまで運ばれ分析に協力してくれた。そして、インドの祇園精舎とマヘートの比較・検討に加わっていただいた。

祇園精舎は、釈尊の最初の寺であり、最初の仏教を説いた場所である。これに対して、孔子廟は、孔子が儒教の説いた最初の場所でもある。また、東洋において、同じ時期に生まれた共通点も考えられる。

釈尊と孔子の教えに対して比較を行いたい。ここで、前者を釈尊とし、後者孔子とする。生年は「B. C. 551~479年」と「B. C. 624~544年あるいはB. C. 565~485年の説があり、一般的には、B. C. 560~480年の説がある」、父の性は「殺利」と「叔梁紇」、母の性は「マヤ夫人」と「不明」、本性は「如来性・菩薩性であり」と「天命の性である」。原点の心に帰る最後の目的は「方法は心の原点に帰る」と「中をとり心の原点に貫徹する」。本心は「円明して見る」と「存念して養う」、行く所は「極楽の場所」と「聖域の場所」、サイクルは「往生といい」と「還源という」および心の種は「慈悲の心を重要し」と「仁徳の心を大切する」である。

同様に、仏教（前者）と儒教（後者）の類似点を比較した。本心とするのは「寂静の心情」と「明徳の心情」、重んじることは「静寂を重くする」と「私欲をなくして清くする」、修めるものは「雑念の滅亡であり」と「天理の流れに従って生きる」、情を狗くのは「慈悲の心であり」と「忠恕の心である」、結ぶものは「舍利」と「浩然」、法の教えは「明心見性を学ぶことであり」と「存

心養性を学ぶことである」。実践の教えは「五戒(①不殺生、②不倫盜、③不邪淫、④不妄語 および ⑤不飲酒の五惡行の禁制)」と「五徳(①温徳、②良徳、③恭徳、④儉徳および⑤讓徳あるいは智・信・仁・勇・敵の称)」、三法五元は「三帰五戒(①仏に帰依、②法に帰依および③僧に帰依)」と「三綱五常(三綱=①君臣への道、②父子への道および③夫婦への道、あるいは三種の僧官として①僧正、②僧都および③律師の称である。一方、五常=人が守るべき五つの道として、①父子親あり、②君臣義あり、③夫婦別あり、④長幼序あり、および⑤朋友信ありである。)、聖地は「般若の塔をつくることであり」と「至善の地をつくることである」および聖域は「如来の高次元の意識世界であり」と「上帝のポジションを得ることである」である。このように行く所は共通している。この共通点の地質を比較することも興味がある。

次に、孔子廟のレンガに関して要点をまとめ、祇園精舎との比較した。

- (1) 化学周期律表から見ると、第3周期では Na、Mg、Al、Si、P および S の6元素であり、第4周期では、K、Ca、Ti、Mn、Fe および Zn の6元素である。その他を含めると17の元素が含まれ共通している。
- (2) 2元素以上含まれている典型金属元素では、第Ia族のナトリウムおよびカリウムであり、第IIa族のマグネシウム、カルシウムおよびストロンチウムが含まれ共通している。
- (3) 2元素以上含まれている遷移金属元素では、第IVa族のチタンおよびジルコニウムが含まれ共通している。
- (4) 軽金属では、Na、Mg、K、Ca および Sr が含まれ、重金属では、Ti、Mn、Fe、Zr および Au が含まれ、両性金属では Al と Zn が含まれ、そして、非金属では Si、P および S が含まれている。一方、半金属・半導体では、アルミニウムとシリコンが含まれ共通している。
- (5) 自動定性オーダー分析では、 $\text{SiO}_2$  (72.00Wt%)、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (13.00Wt%)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4.00Wt%)、 $\text{K}_2\text{O}$  (2.90Wt%)、 $\text{CaO}$  (2.8Wt%)、 $\text{Na}_2\text{O}$  (2.0Wt%)、および Mg (1.50Wt%) などが 1Wt% 以上である。金の成分である  $\text{Au}_2\text{O}$  は 0.03Wt% も含れている。この上位の2成分を合わせると、85.0Wt% である。

- (6) グループ定量分析においては、 $\text{SiO}_2$  (72.47Wt%)、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (13.85Wt%)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4.22Wt%)、 $\text{K}_2\text{O}$  (2.58Wt%) および  $\text{CaO}$  (2.43Wt%) などが 2Wt% 以上である。この上位の 2 成分を合わせると 86.32Wt% である。
- (7) グループ定量分析は、自動定性オーダー分析値と比べた。軽金属の含有率では自動定性オーダー分析値が多くなっている。また半金属・半導体の含有率では、グループ定量分析が多くなっていることが認められた。
- (8) 自動定性オーダー分析において、祇園精舎との比較をした。祇園精舎（レンガ）よりも孔子廟（レンガ）の含有率が多いのは 8 成分で 7.71Wt% であり、平均すれば 1.10Wt% である。一方、小さいのは 7 成分で 8.55Wt% であり、平均すれば 1.07Wt% である。したがって、 $\pm 1.10\text{Wt}\%$  の誤差範囲に存在していることが理解できた。同様に、祇園精舎の土質とマヘート遺跡のレンガについては、それぞれ  $\pm 0.80\text{Wt}\%$  範囲内であった。
- (9) グループ定量分析において、祇園精舎との比較をした。祇園精舎（レンガ）よりも孔子廟（レンガ）の含有率が多いのは、5 成分で 4.75Wt% であり、平均すれば 0.95Wt% である。一方、小さいのは 5 成分で 4.77Wt% であり、平均すれば 0.954Wt% である。同様に、祇園精舎（土質）の誤差は  $\pm 0.9\text{Wt}\%$  であり、マヘート（レンガ）の誤差は  $\pm 0.95\text{Wt}\%$  であることが認められた。

## 謝 辞

この論文の資料調査に当ってご助言をいただいた関西大学図書館閲覧参考課長の藤井収先生、本学図書館の石川禹基課長・岩本正雄主任、中国の東北林業大学講師の安光烈先生および本学アジア研究所の崔京氏に厚くお礼を申し上げます。

一方、孔子廟の通訳および案内に対しては、亜・太経済文化研究所の秘書室次長の金永氏、また、北京中央民族出版社朝文室の洪善女（洪林）様に感謝の意を表します。

最後になりましたが、この研究は本学研究補助金による成果である。

参考文献

- (1) 地球の歩き方編集室『地球の歩き方⑥中国』ダイヤモンド・ビッグ社、(1990) p. 280~285
- (2) 叶曉軍『中国都城歴史図録(第1集)』蘭州大学出版社、(1986) p. 127
- (3) 楊金鼎『中国文化史詞典』浙江古籍出版社、(1987) p. 94~97
- (4) 沢 勲、網干善教、村田守：大阪経済法科大学論集、**39** (1990) p. 23~34
- (5) 沢 勲、網干善教、村田守：大阪経済法科大学論集、**40** (1990) p. 25~44
- (6) 沢 勲、網干善教、村田守：大阪経済法科大学論集、**41** (1990) p. 1~19
- (7) 沢 勲、網干善教、河野久征：大阪経済法科大学論集、**48** (1992) p. 23~48
- (8) 沢 勲、河野久征：大阪経済法科大学論集、**49** (1992) p. 1~16
- (9) 沢景一郎：『信頼性管理』沢企業管理社、(1981) p. 57

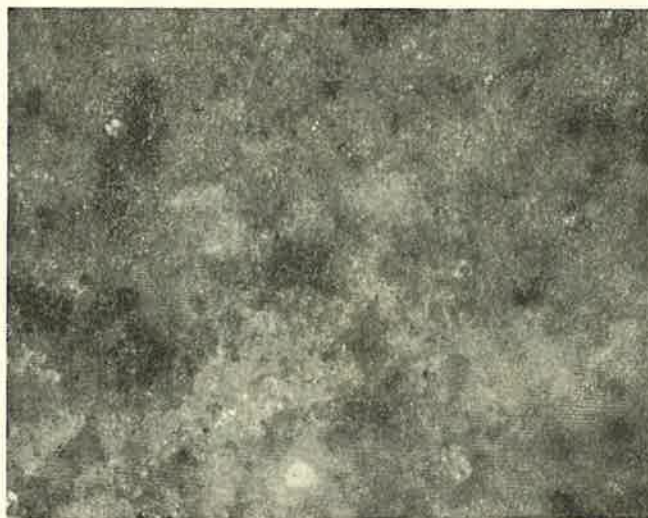


Fig. 10 孔子廟の中庭にある杏壇の前に立つ筆者

(a)  
反射法



(b)  
偏光法



**Fig. 11** *Scanning Ar<sup>+</sup> Laser Photomicrographs of Brick Samples from the Confucian Temple*  
アルゴンレーザー型顕微鏡による写真〔波長(488nm)、  
写真の長辺(0.1mm)、倍率(約850倍)〕