

$\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 擔體鉑與銻觸媒之製備方法與 CO/H_2 反應催化性質之研究*

呂卦南**

摘要

本研究利用含浸法、初濕含浸法與加酯合成法等製備各種 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ，然後以此為擔體，分別將鉑與銻金屬初濕含浸於其上，製備擔體金屬觸媒。透過 X-射線繞射圖譜、定體積法氫吸附、穿透式電子顯微技術與一氧化碳吸附之紅外線光譜之鑑定，得知其金屬分散度較以純 TiO_2 或純 SiO_2 為擔體之鉑與銻觸媒為優。特別是以含浸法製得之 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 為擔體所初濕含浸的鉑及銻觸媒，測試一氧化碳氫化反應皆呈現相當高的活性。 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 的高表面積提高了金屬的分散度，增強金屬對一氧化碳的吸附量，以及二氧化鈦與鉑、銻金屬間所存在的擔體金屬作用力應是促成活性提升的主因。此外，對於鉑與銻擔體金屬觸媒在產物上的差異分布亦推測了可能的反應機構。

*本篇已發表於 1998/5 第 13 屆全國技術及職業教育研討會

**康寧護理專科學校專任教師

一、前言

二氧化鈦具有半導體的特性，經活化後與活性金屬成份會形成某程度的相互作用，藉由二氧化鈦的支撐可以增加活性金屬成份觸媒的表面積，降低貴重金屬觸媒的製備成本，已有多方面的報導 [1-3]。以二氧化矽為擔體，將二氧化鈦分散於其上，可製得高表面積之 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 混氧擔體，並且兼具二氧化鈦的特性。再以 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 為擔體，製備一分散度良好的擔體金屬觸媒，應是可期待的方式。而一氧化碳氫化反應可將合成氣轉化為燃料一直是頗具經濟效益的能量來源。我們使用含浸法、初濕含浸法與加酯合成法製備各種不同的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ，研究製備方式對觸媒性質及一氧化碳氫化反應之活性與選擇性的影響。

二、實驗

使用的氧化物擔體為 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ，其中 SiO_2 為無孔洞性的 Degussa Aerosil 200；使用的鈦源為 Aldrich 的 TiCl_4 ，各觸媒皆含 5% Ti，分別以含浸法 (Impregnation)、初濕含浸法 (Incipient Wetness Impregnation) 與加酯合成法製備。含浸法是將 TiCl_4 注入 6M 鹽酸溶液，再加入 SiO_2 懸浮液攪拌；初濕含浸法將 TiCl_4 逐滴滴入 SiO_2 乾粉末中，同時迅速攪拌直至濕潤為止；加酯合成法取適量的 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 溶液 (RDH) 與 $\text{Ti}(\text{OCH}(\text{CH}_3)_2)_4$ 溶液 (Aldrich) 混合，接著將乙酸乙酯逐滴加入含鈦矽之乙醇溶液攪拌。所製備之鈦矽化合物於通風乾燥後，經 773K 氧氣流鍛燒，製得 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 。

含浸法所得之 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 以 TS-I 表示，初濕含浸法製得者以 TS-W 表示，而加酯合成法製得者則以 TS-E 代表。使用六氯鉑酸 ($\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; Merck) 與三氯銻酸 ($\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; Merck) 作為製備鉑與銻觸媒的金屬源，分別將 1% 的金屬初濕含浸於 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 擔體上。

觸媒結構鑑定使用粉末 X-射線繞射。取適量的觸媒樣品均勻的壓抹在磨砂之蓋玻片上，以 Rigaku D/Max-III 繞射儀測得，X-射線來源是銅靶的 $\text{K}\alpha$ 射線，測量時電壓與電流設定值為 35 kV 和 20 mA。

金屬的分散度由室溫下的氫氣化學吸附測得。氫氣的化學吸附是在玻璃真空系統下執行，其真空度可達到 10^{-6} torr。由平衡壓力下與對應的氫氣吸附量畫出吸附等溫曲線，利用外插法求出在零壓時之氫氣的吸附量。

觸媒形態與金屬顆粒大小使用穿透式電子顯微技術。取少量待測樣品灑入蒸餾水中，以超音波震盪分散，再以滴管吸取滴在鍍有碳膜的銅網上，然後置於 Hitachi H-600 穿

透式電子顯微鏡的樣品室中抽真空，以 200kV 的加速電壓偵測，獲得觸媒上擔體與金屬形態及顆粒大小之影像。

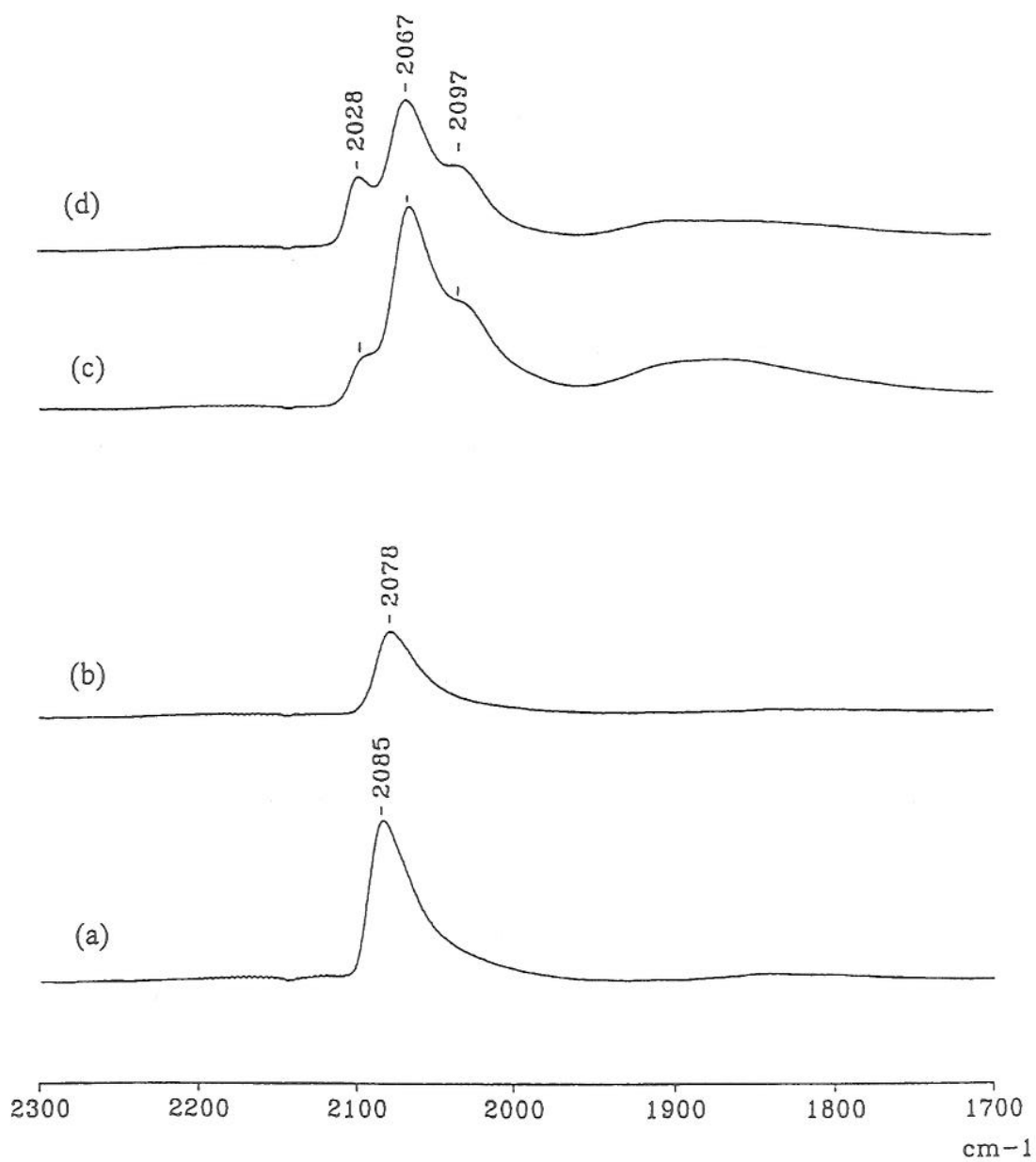
原位紅外線光譜是以 Bomem DA-8 傅立葉轉換紅外線光譜儀測得。實驗時將觸媒以 8-10 噸的壓力壓成 $20-30 \text{ mg/cm}^2$ 之盤片，安置於光譜儀的樣品槽後連上真空系統，如參考文獻 [4] 所述，即可進行觸媒的活化及原位吸附測試。

觸媒對一氧化碳氫化反應($\text{H}_2:\text{CO} = 3$) 的活性是在一大氣壓下，於 573K 以流式微反應系統測試。反應後的氣體注入 Varian 3700 氣相層析儀，使用 GS-Q 毛細層析管柱 ($30 \text{ m} \times 0.547 \text{ mm}$, J&W) 分離產物，經由火焰游離偵測器偵測。

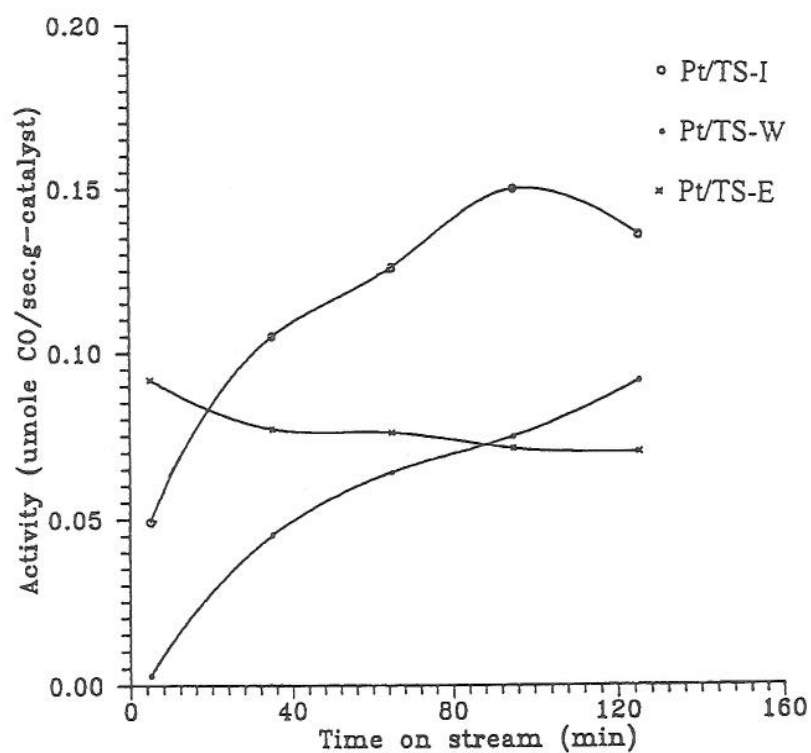
三、結果與討論

X-射線繞射圖譜顯示所製得之 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 擔體具有 Anatase 與 Rutile 兩種形式的二氧化鈦特徵繞射。而 $\text{Pt}/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 與 $\text{Rh}/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 皆未見鉑及銑金屬的特徵繞射峰，可見觸媒上的金屬顆粒均極微小。

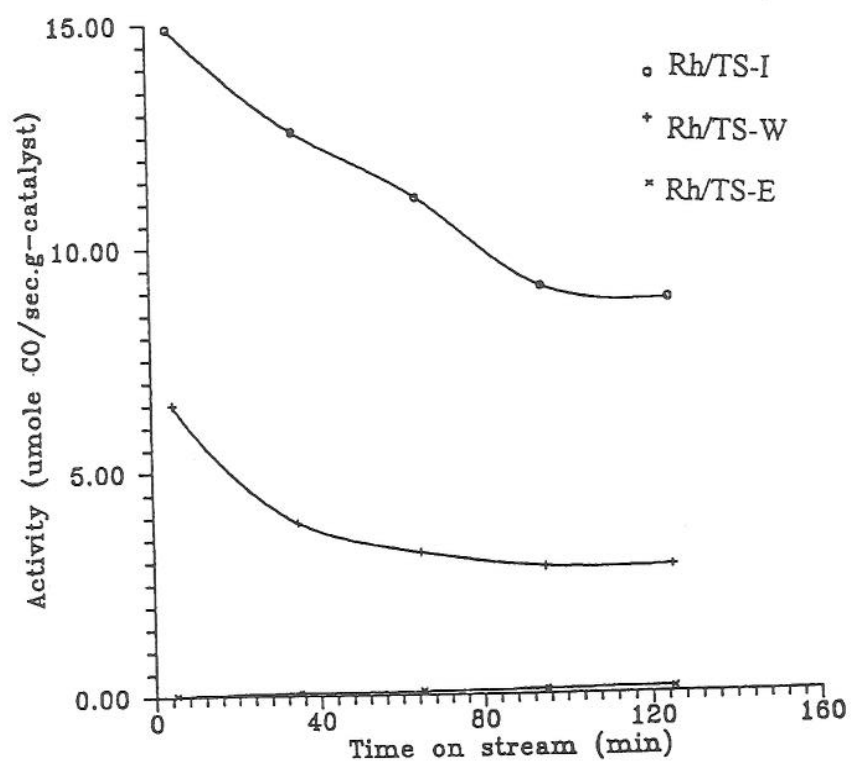
表一所列為鉑與銑觸媒經 573K 還原活化後，在室溫下對氫氣化學吸附的結果。金屬分散度 (Dm) 以 H/M 比值表示，是假設每一個活性金屬原子的表面吸附一個氫原子。如果金屬粒子是立方形，由此估算的金屬顆粒大小列於表中作為參考 [5]。氫吸附後之觸媒使用穿透式電子顯微技術顯影，測得的金屬顆粒大小與氫吸附推測的結果頗為接近。特別是以 TS-I 與 TS-W 為擔體者，不論是鉑或銑觸媒，其金屬顆粒約為 1 nm 左右，清晰而均勻地分佈在擔體各處，分散度極為良好，遠大於以純 TiO_2 或純 SiO_2 為擔體之觸媒，可見高表面積的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 可以有效地支撐金屬，提高分散度。然而以 TS-E 為擔體者分散度較差，源自於加酯合成過程中， TiCl_4 難以均勻分散，鈦矽混合物有聚塊現象。



圖一 CO 吸附之紅外線光譜($P_{CO}=1$ torr) : (a) Pt/TS-I (b) Pt/TS-W (c) Rh/TS-I (d) Rh/TS-W



圖二 CO/H₂反應在擔體鉑觸媒上之反應活性隨反應時間的變化



圖三 CO/H₂反應在擔體銠觸媒上之反應活性隨反應時間的變化

表二 1 wt% 鉑及鈑觸媒在 573K 與一大氣壓下測試 CO/H₂ (H₂/CO = 3) 反應的活性、轉化頻率與產物選擇率。(鉑觸媒：反應 125 分鐘之活性；鈑觸媒：反應 5 分鐘之活性)

Catalysts	Activity ($\mu\text{mol CO}/$ -s(g-Cat.)	TOF ($\text{s}^{-1}\text{site}^{-1}$) $\times 10^{-3}$	Mole% Product											
			CH ₄	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	$\geq\text{C}_6$	C ₂ ⁺	C ₃ ⁺	C ₄ ⁺	C ₅ ⁺	C ₁ OH	C ₂ OH
Pt/Ts-I	0.14	2.99	48.4	1.2					0.4				49.4	0.6
Pt/Ts-W	0.10	1.81	41.7	1.3									56.0	1.0
Pt/Ts-E	0.07	9.70	73.0										27.0	
Pt/TiO ₂	0.09	5.46	71.0	0.9	0.2				0.5	0.2			27.2	
Pt/SiO ₂	0.08	4.82	61.4	5.3	0.3	1.5	0.5		16.0	10.2	4.4	0.4		
Rh/Ts-I	14.9	210.5	78.6	5.8	6.4	3.2	1.6	1.9	0.2	1.5	0.3	0.1	0.4	0.1
Rh/Ts-W	6.51	360.1	82.4	9.7	3.9	1.0	0.2	0.1	0.3	1.6	0.4	0.2	0.1	0.3
Rh/Ts-E	0.02	0.29	87.4	10.0	1.1				0.8	0.4				0.3
Rh/TiO ₂	3.54	58.4	78.6	2.9	2.7	4.4	2.2	0.3	0.5	6.7	1.2	0.4	0.1	
Rh/SiO ₂	1.44	29.4	96.0	2.3	1.0	0.2	0.1		0.1	0.2	0.1			

表一 1 wt% 鉑及銦觸媒之氫氣化學吸附量、金屬分散度與金屬顆粒大小。

Catalysts	H ₂ uptake ($\mu\text{mole/g-C}$)	$D_m=H/M$	d (nm)
Pt/TS-I	24.8	0.97	1.2
Pt/TS-W	23.4	0.91	1.2
Pt/TS-E	3.6	0.14	8.1
Pt/TiO ₂	10.0	0.39	2.9
Pt/SiO ₂	8.3	0.32	3.5
Rh/TS-I	35.4	0.73	1.5
Rh/TS-W	34.4	0.71	1.5
Rh/TS-E	9.0	0.19	5.7
Rh/TiO ₂	30.3	0.62	1.7
Rh/SiO ₂	24.5	0.54	2.0

各觸媒在 573K 以氫氣流還原活化，然後在室溫下引入 1 torr CO，以原位紅外線光譜觀察 CO 的吸附情形，如圖一所示。對鉑觸媒而言，紅外線吸收振動頻率位於 2067 cm^{-1} 至 2085 cm^{-1} 是線型吸附態的 CO，而 1850 cm^{-1} 附近則是橋型吸附態的 CO [6]；對銦觸媒而言，位於 2045 cm^{-1} 至 2070 cm^{-1} 是線型吸附態的 CO， 1845 cm^{-1} 至 1875 cm^{-1} 是橋型吸附態的 CO，而 $2092\text{-}2102\text{ cm}^{-1}$ 與 $2022\text{-}2032\text{ cm}^{-1}$ 的雙生帶 (twin band) 則是對生雙羰基 (gem-dicarbonyl) 的 CO 吸附 [7]。CO 之吸附量由紅外線光譜吸收之大小可概略估計，比較 TS-I 與 TS-W 兩種不同擔體支撐之觸媒，不論是鉑或銦金屬，TS-I 略較 TS-W 呈現較高的 CO 吸附量。至於以 TS-E 為擔體者，對 CO 之吸附力則極微弱。由此可見，觸媒金屬分散度佳者，CO 吸附量亦較大。

各擔體觸媒對一氧化碳氫化反應之活性與選擇性是在 573K，一大氣壓下以流式微反應系統進行測試。圖二為還原之鉑觸媒的反應活性隨反應時間的變化曲線，Pt/TS-I 與 Pt/TS-W 之反應活性隨反應時間增加而增加，但 Pt/TS-E 的活性則隨反應時間增加而逐漸減少，而且 Pt/TS-I 有最高的活性。圖三為還原之銦觸媒的反應活性隨反應時間的變化曲線，反應之初活性最大，而後隨即衰退，活性大小順序與鉑觸媒類似，亦即以 TS-I 為擔體者，活性較大。表二顯示不論就每克鉑或銦金屬而言，以 TS-I 為擔體者優於其他觸媒，具有最佳活性，以 TS-W 為擔體者次之，聚塊的 TS-E 活性較差。就鉑觸媒產物選擇率而言，以 TS-I 與 TS-W 為擔體者，甲醇的選擇率皆大於 50%。就銦觸媒產物選擇率而言，皆以甲烷為大宗，餘則為低碳烴類與少量甲醇。由 CO 吸附之紅外線光譜與反應結果相較，明顯可見金屬分散度愈好，CO 吸附量愈大之觸媒，反應活性也愈大。

擔體鈦與銦觸媒對一氧化碳氫化反應的活性與金屬的分散度，以及 CO 的吸附性呈現明顯的關連性。就擔體效應而言，微細的金屬支撐在大表面積的 SiO_2 擔體上，大大地提高金屬的分散度，而含有 TiO_2 之 SiO_2 的擔體金屬觸媒有較佳的還原性，被氫氣所還原的 Ti^{3+} 離子會在觸媒表面上或接近表面處充當促進劑 [8-15]，金屬以及金屬與周圍 Ti^{3+} 的相互作用增強金屬對 CO 的吸附性，改變了 CO 及 H_2 的競爭，成功地提高一氧化碳氫化反應的活性。

由觸媒對 CO 吸附的紅外線光譜，我們了解可接受 CO 吸附之活性點的多寡與型式也是控制催化行為重要的參數。銦金屬 ($[\text{Kr}]5s^24d^7$) 的外層軌域缺三個電子，而鈦金屬 ($[\text{Xe}]6s^24f^{14}5d^8$) 的外層軌域缺兩個電子，所以銦金屬接受 CO 未配位電子的機會大於鈦，因此形成較複雜的吸附型態。Yang 等人 [16] 認為每一表面銦原子遵循 "十八法則 (rule of 18)" 以完成封閉層 (closed shell) 的電子組態。如果一個銦原子的周圍有五個金屬原子，那麼銦原子九個外層電子中的五個用於形成金屬鍵結軌域，另四個電子填入非鍵結原子軌域，留下兩個空軌域可接受兩個 CO 分子，滿足 18 個電子數；如果銦原子的周圍有七個金屬原子，外層電子中七個用於金屬鍵結軌域，只有兩個電子填入非鍵結原子軌域，留下一個空軌域接受單一 CO 分子。因此較分散而不規則的銦金屬堆積，表面金屬原子易吸附兩個 CO，產生對生雙羰基之 CO 吸附；而類晶格與較規則的銦顆粒易形成線型與橋型吸附態的 CO。依此合理地解釋 $\text{Rh/TiO}_2/\text{SiO}_2$ 觸媒上銦金屬顆粒多種不同的 CO 吸附型態。CO 吸附會產生可移動的金屬羰基，它們會在表面擴散，藉著跟擔體的作用而穩定。這些金屬羰基的移動性和作用力的強度控制 CO 吸附的強弱，並且受到擔體表面性質的強烈影響 [17]，導致與氫氣反應形成各種不同的產物。Vannice [18] 則認為較高的一氧化碳氫化反應活性是源自較弱的金屬-CO 鍵，在反應條件下形成具競爭性的氫氣化學吸附。

鈦和銦兩種不同的擔體金屬觸媒形成的產物分佈有異，由於反應的單元體必須在觸媒表面原位合成，從產物的多元化可知整個反應並非單純的聚合反應，反應機構應有所不同。當 CO 吸附於過渡金屬常被視為是授與者-接受者 (donor-acceptor) 的機構。CO 與金屬間鍵結的形成是源自於 CO 電子據有的 5σ donor 軌域與金屬中未含電子的空軌域重疊；回饋鍵結 (backbonding) 由據有金屬軌域的電子供給 CO 空的 $2\pi^*$ acceptor 軌域。由於 5σ 軌域是非鍵結的，不影響吸附態 CO 中 C 與 O 之間的鍵結強度，而 $2\pi^*$ 是反鍵結的，故回饋鍵結會弱化 $\text{C}\equiv\text{O}$ 鍵。對於化學吸附的 CO 分子而言，鍵結與回饋鍵結的淨效應是弱化 $\text{C}\equiv\text{O}$ 鍵，亦即 $\text{C}\equiv\text{O}$ 的振動頻率由氣相的 2143 cm^{-1} 朝低頻位移。此外，CO 幾何結構的扭曲也是促使 C 與 O 分離，弱化 $\text{C}\equiv\text{O}$ 鍵的原因。而過渡金屬的本質亦會影響 CO 吸附的強弱，造成分子性吸附的 CO 或分解性吸附的 CO。

Broden 等人 [19] 曾指出所有傾向分解性吸附 CO 的金屬主要位在周期表中過渡元素的左邊，而傾向分子性吸附 CO 的金屬則在右邊，吸附溫度不同亦影響金屬對 CO 的吸附傾向，298 K 時的分界是 Fe-Tc-W (以虛線區分)，而 473-573 K 時分界移至 Ni-Rh-Os (以粗黑線區分)，其關係如表三所列：

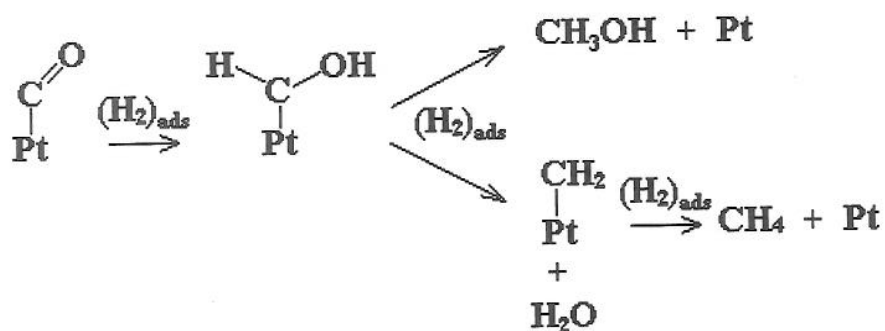
表三. 吸附溫度(298 K ; --- 或 473-573 K ; ----)對金屬之 CO 吸附傾向的影響

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII	VIII	VIII	IB	
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	4
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	5
Lo	Hf	To	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	6

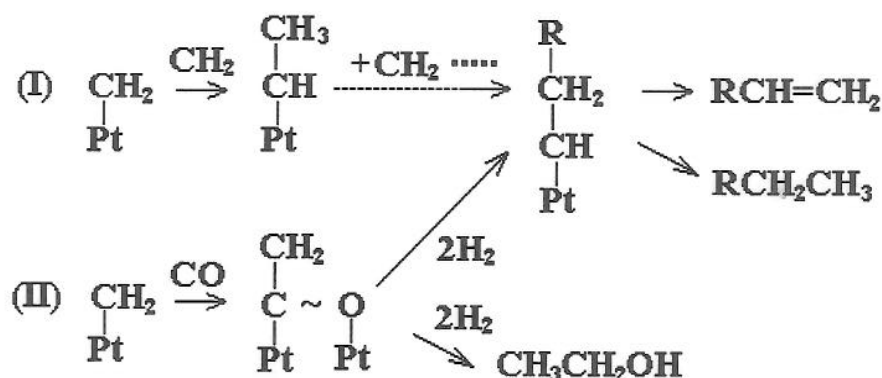
$\leftarrow \text{-----} \quad \text{-----} \rightarrow$
 分解性 非分解性

對於擔體鉑觸媒而言，一氧化碳氫化反應在 573 K 測試，此時對氧的親和力較低，CO 主要以分子性吸附的型式存在，反應產物中保留 C≡O 含氧化物-甲醇的比例較高，推測的反應機構如圖四所示：

(a) 鏈之引發與 C₁ 產物



(b) 鏈之衍生與終結

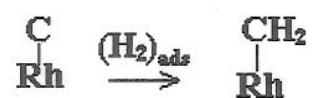
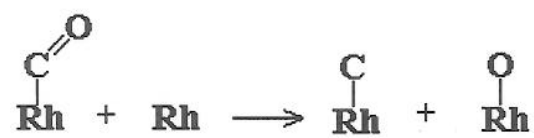
圖四. Pt/TiO₂/SiO₂ 觸媒對 CO/H₂ 反應所推測的反應機構

含二氧化鈦擔體鉑觸媒的反應產物 97% 以上是甲烷與甲醇，所以鉑觸媒主要反應機構在 (a) 引發步驟所產生的 C₁ 化合物，吸附於鉑金屬上的一氧化碳由於氫氣的存在而形成 hydrocarbene (Pt-CHOH)，再分別與吸附的氫氣作用產生 carbide (Pt-CH₂) 與甲醇，carbide 繼續氫化產生甲烷；少量之 C₂ 與 C₃ 的烷烯類來自於 (b) 鏈成長步驟與終止步驟中，carbide 聚合或加氫的產物。少量乙醇可能得自 CO 鑲入 carbide，再氫化獲得。

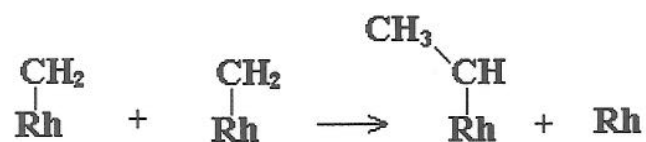
對於銦金屬而言，Koster 等人 [20] 曾研究銦金屬表面上 CO 分解的路徑，他們發現 CO 分解的第一步是 CO 向金屬的表面彎曲，而且高配位的銦金屬位置易進行分解性吸附，使 C≡O 鍵斷裂，導致產物中含氧化物的選擇性偏低。依此我們推測銦觸媒的反應機構如圖五所示：

擔體銦觸媒的反應產物分佈較廣，由 C₁ 至 C₆ 的烷與烯類皆有，並有少量的高碳類與醇類產物。由於銦金屬對 CO 具分解性吸附之特性，反應的第一步如 (a) 可能是將 CO 分解成 C 與 O 原子，之後與吸附氫氣作用形成 carbide，(b) 並以 CH₂ 作為活性表面的中間體，亦即鏈的成長發生於非氧的表面中間體上，而平行反應進行 CO 嵌入得到少量的含氧產物，(c) 最後鏈之終結產生多樣化的烷與烯類，銦金屬對一氧化碳的多樣性吸附型態或許亦影響產物的複雜程度。整體而論，擔體金屬觸媒的幾何與電子效應決定了一氧化碳氫化反應活性的高低。

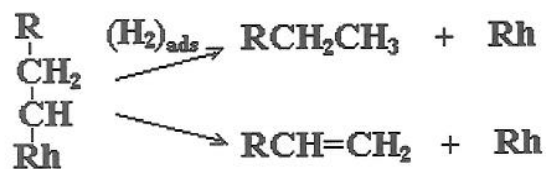
(a) CO 之解離與氫化



(b) 鏈之衍生



(c) 鏈之終結



圖五. Rh/TiO₂/SiO₂ 觸媒對 CO/H₂ 反應所推測的反應機構

四、結論

以含浸法所製得的高表面積 TiO_2/SO_2 為擔體的鉑及銦觸媒，其金屬分散度最佳，活性金屬位置也最多，在氫氣流中經低溫熱還原處理，可以累積足夠的能量產生零價的鉑或銦金屬，同時也在接近觸媒表面或金屬-擔體介面間形成 Ti^{3+} 。當 Ti^{3+} 與表面的鉑或銦金屬緊密相鄰，並且支撐在大表面積的 SiO_2 上，易形成可動性較大的金屬羰基 (M-CO)，加速與氫氣的反應，因此以 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 為擔體可以製得高效率的金屬觸媒，促成對一氧化碳氫化反應的高活性。以 TiO_2/SO_2 為擔體所製備的鉑金屬觸媒更可以強化對甲醇的特殊選擇。

擔體鉑及銦觸媒對一氧化碳氫化反應的產物分佈有異。鉑觸媒的產物以甲烷、甲醇與低碳的烷、烯類為主，而銦觸媒則含有高碳類的產物，其原因可能是由於兩金屬對 CO 的不同吸附特性所致。鉑對 CO 的吸附型態單純，而且傾向分子性吸附，產物中有較多的含氧化物-甲醇；銦對 CO 呈現多樣性的吸附型態，而且有分解性吸附的趨勢，故產物傾向高碳類的碳氫化合物。

五、參考文獻

1. Fogar, K. (1984), *Dispersed Metal Catalysts in Catalysis*, Science & Technology, Springer-Verlag, Vol. 6, p227.
2. Stiles, A. B. (1987), *Catalyst Supports and Supported Catalysts, Theoretical and Applied Concepts*, Butterworths.
3. 呂卦南 (1995), “二氧化鈦擔體鉑與銻觸媒之研究：光催化製備法、擔體效應與一氧化碳及一氧化氮之吸附與反應”, 博士論文, 國立台灣大學。
4. Tseng, W. G. (1992) M. Sc. Thesis, National Chung-Shung University, June.
5. Anderson, J. R. (1975) *Structure of Metallic Catalyst*, Academic Press Inc.
6. Hayden, B. E. Kretzschmar, K. Bradshaw, A. M. and Greenler, R. G. (1985) *Surf. Sci.* 149, 394.
7. Hindermann, J. P. Hutchings, G. J. and Kiennemann, A. (1993) *Catal. Rev.-Sci. Eng.* 35, 1.
8. Chien, S. H.; Wei, Y. W.; Lu, K. N. *Bull. Inst. Chem., Academia Sinica*, 1992, 39, 59.
9. Tauster, S. J.; Fung, S. C.; Garten, R. L. *J. Amer. Chem. Soc.* 1978, 100, 170.
10. Tauster, S. J.; fung S. C.; Baker, R. T. K.; Horsley, J. A. *Science*. 1981, 11, 121.
11. Fogar, K. *Dispersed Metal Catalysts*, in *Catalysis, Science & Technology*, Anderson, J. R.; Boudart, M., (eds); Springer Verlag, 1984, Vol. 6, p227.
12. Stiles, A. B. *Catalyst Supports and Supported Catalysts, Theoretical and Applied Concepts*; Butterworths, 1987.
13. *Metal- Support and Metal- additive Effects in Catalysis*; Imelik, B. et al. (eds). *Studies in Surface Science and Catalysis 11*; Elsevier: Amsterdam, 1982.
14. Stevenson, S. et al. (eds). *Metal-Support Interactions in Catalysis, Sintering, and Redispersion*; Van Nostrand Reinhold Company: New York, 1987.
15. Horsley, J. A. *J. Am. Chem. Soc.* 1979, 101, 2870.
16. Yang, A. C.; Garland, C. W. *J. Phys. Chem.* 1957, 61, 1504.
17. Beebe, T. B.; Gelin, P.; Yates, J. T. *Surf. Sci.* 1984, 148, 526.
18. Vannice, M. A.; Garten, R. L. *J. Catal.* 1979, 56, 236.
19. Broden, G.; Rhodin, T. N.; Brucker, C.; Benbow, R.; Hurych, Z. *Surf. Sci.* 1976, 59, 593.
20. Koster, A.; Jansen, A. P. J.; Van Santen, R. A. *Faraday Discuss. Chem. Soc.* 1989, 87, 263.

The Study of the Preparation of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ Supported Platinum and Rhodium and the Reaction of CO Hydrogenation

Kwa-Nan Lu*

ABSTRACT

The supports of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ were prepared by impregnation, incipient wetness impregnation and esterification. The supported Pt and Rh catalysts were prepared by incipient wetness impregnation of the oxide supports with aqueous solution of $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. The prepared catalysts exhibit fairly the small metal crystallites homogenously dispersed on the $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ surfaces; which was characterized by powder X-ray diffraction, volumetric H_2 chemisorption, transmission electron microscopy and infrared spectroscopy of CO adsorption. Due to the higher surface area and the enhancement in CO and H_2 adsorption properties, the support of impregnation exhibits higher catalytic activity for CO/ H_2 reactions as compared to the other methods. Also, the possible mechanisms of CO/ H_2 reaction were suggested.

*Lecturer, Kang-Ning Junior College of Nursing