

# 新型奈米微粒採樣器 現場應用

陳春萬

勞動部勞動及職業安全衛生研究所



## 奈米微粒採樣

- 奈米物質之暴露、作業安全、沉積吸收、及毒性可能都不相同，已有文獻指出毒性遠大於該物質在一般狀況下毒性，應該採取謹慎的處理方式。
- 奈米微粒之毒理、安全性、暴露評估仍在發展。但已有方法可以監測控制防護奈米物質的暴露。
- 奈米微粒定義？
- 當前仍無法規標準指引要求監測控制奈米技術暴露與危害，應該制定法規且提供技術指導才能執行？



## 奈米技術實驗室奈米微粒暴露控制手冊

### 奈米物質暴露評估方法

- 利用CPC作污染源的辨識，須量測背景奈米微粒。若要了解奈米微粒物種時則須以濾紙採樣方式再以TEM決定微粒數目及大小(定性)。
- 污染源決定後再以表面積分析儀決定粒徑的表面積及利用SMPS或ELPI量測微粒的粒徑分布(定量)。
- 最後使用個人可呼吸性採樣器採集微粒，以作可呼吸性粉塵濃度及化學成份之定量分析。

\*\*這些均以固定點採樣為主，與個人的實際暴露量之間會有差異。



- 參考資料: NIOSH於2009年提出之NEAT策略四個不同階層逐步進行奈米微粒逸散源之鑒別。

- (1)鑑別潛在奈逸散源、
- (2)量測懸浮微粒數目濃度、
- (3)採集濾紙樣本與
- (4)額外之採樣需求/選項

此策略主要目的為找出奈米物質逸散源，故不宜混淆為勞工實際暴露量之評估。

- 特定思考: 另應考慮使用可量測300 nm以上微粒的設備(如微粒光學計數器或微粒光度計)，以彌補CPC可能無法辨別是否有為數相對較少、大粒徑的奈米粉體聚集體或聚合體之問題。



## 奈米微粒暴露評估

-2家奈米技術實驗室：

- 奈米鍍膜實驗室
- 奈米濕式研磨工廠

-作業時奈米微粒數量濃度與背景無顯著差異或更低，顯示應無奈米逸散問題

-歸因與enclosure, 局部排氣，及濕式作業有關



## 奈米微粒暴露評估

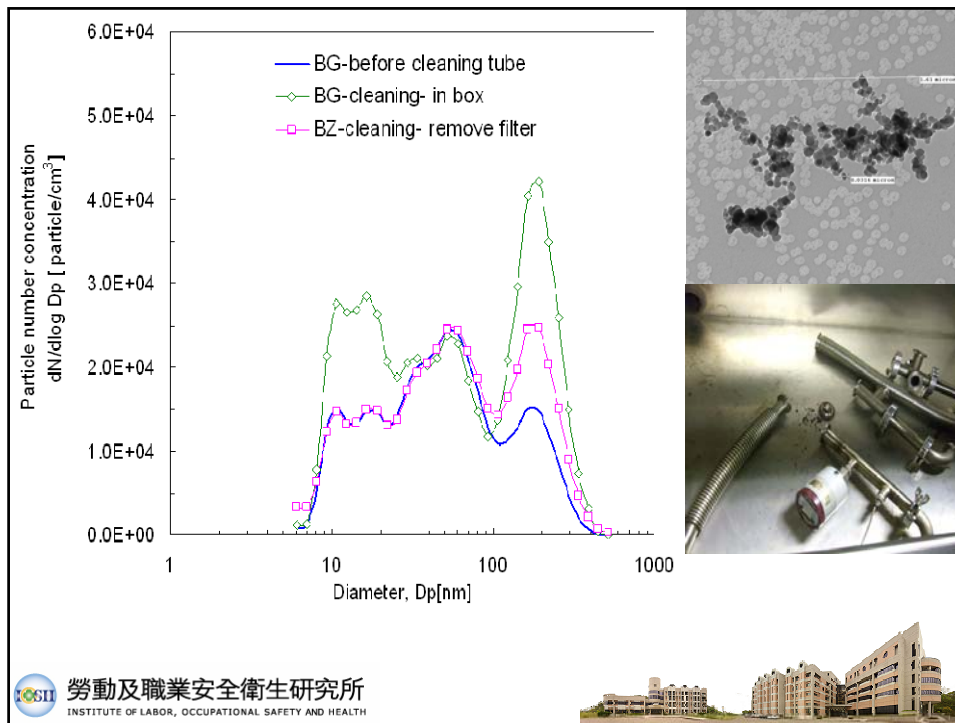
-4家傳統產業製程：

- 鋼材電銲作業工廠
- 鋼材拋光作業工廠
- 點銲作業廠
- 銑床作業廠等

-產生高濃度之奈米微粒數量濃度

傳統金屬拋光作業





## 儀器發展--奈米微粒表面積

- 奈米微粒表面積量測儀器 (NSAM, nanoparticle surface area monitor)
  - 藉控制EAD內設之離子捕集器 (ion trap) 之電壓，以直接量測TB及A區之表面積濃度 (Fissan et al., 2007)。
  - 該儀器無法同時量測H區的表面積濃度，及奈米微粒個數濃度。
- 修正型EAD(modified EAD)
  - 藉調整EAD內ion trap之電壓，在假設奈米微粒為對數常態分佈(long-normal distribution)之情形下，利用最佳化算法以求取所量測奈米微粒之粒徑分佈(Lee et al., 2008)。
  - 該儀器可同時推估呼吸道不同區域 (i.e., H, TB and A) 之個數及表面積濃度。

## • 小型化奈米微粒暴露評估設備

- MEAD VS. SMPS
- MEAD VS. NSAM (JHM 2011)

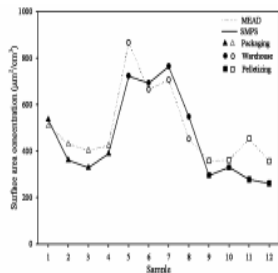


FIGURE 4. Comparing surface area concentrations obtained from SMPS with that from MEAD after being normalized.

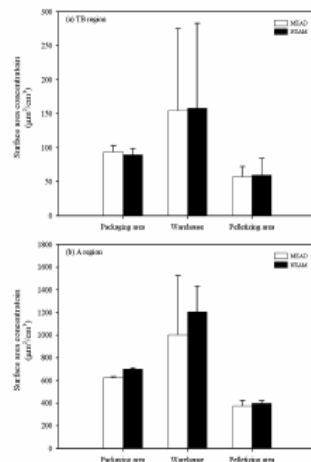
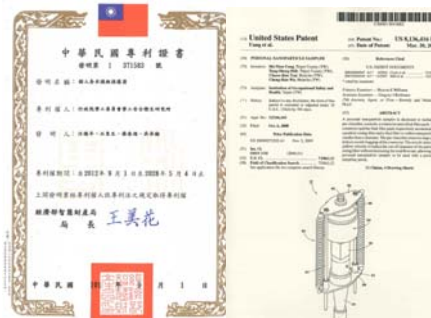


FIGURE 3. Comparing surface area concentrations of nanoparticles deposited on (a) TB region and (b) A region measured by the MEAD with that measured by the NSAM.

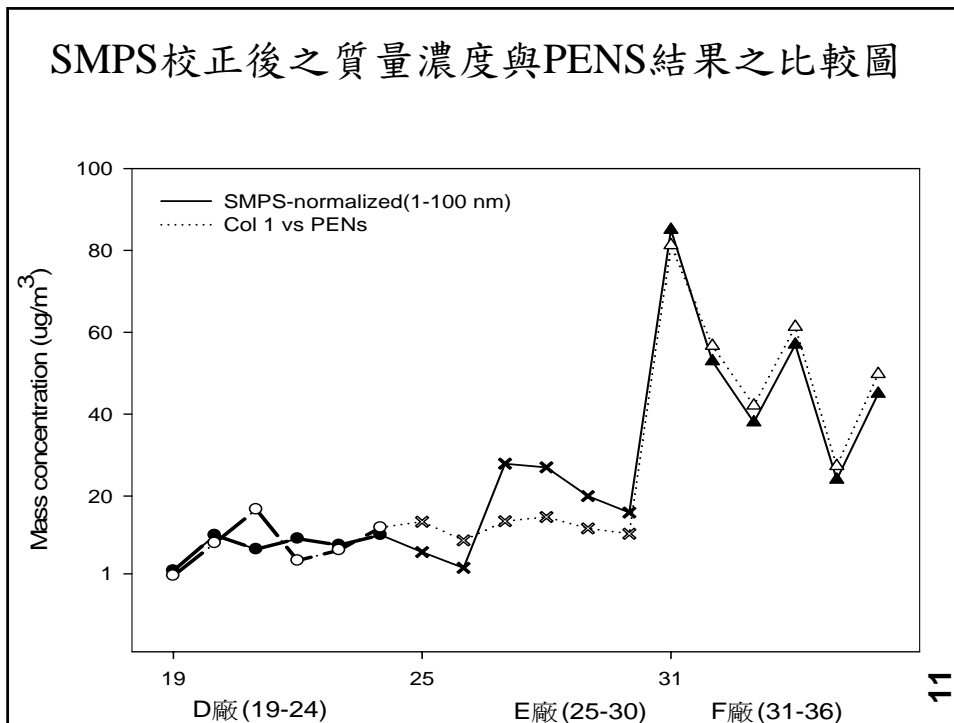
## • 個人奈米粉塵採樣器研發及應用

- 中華民國美國發明專利
- 技術移轉美國TSI公司
- 應用微粒動力學原理，設計奈米粉體及奈米碳管個人採樣器，更進一步應用開發經驗設計的濃縮式奈米微粒採樣器，結合TEM評估作業場所勞工奈米微粒暴露。

--已應用採樣器於國內奈米作業場所，評估奈米微粒暴露狀況，領先各國對於個人奈米微粒暴露進行評估。國際研究學者紛紛表示願意合作進行作業環境測定。

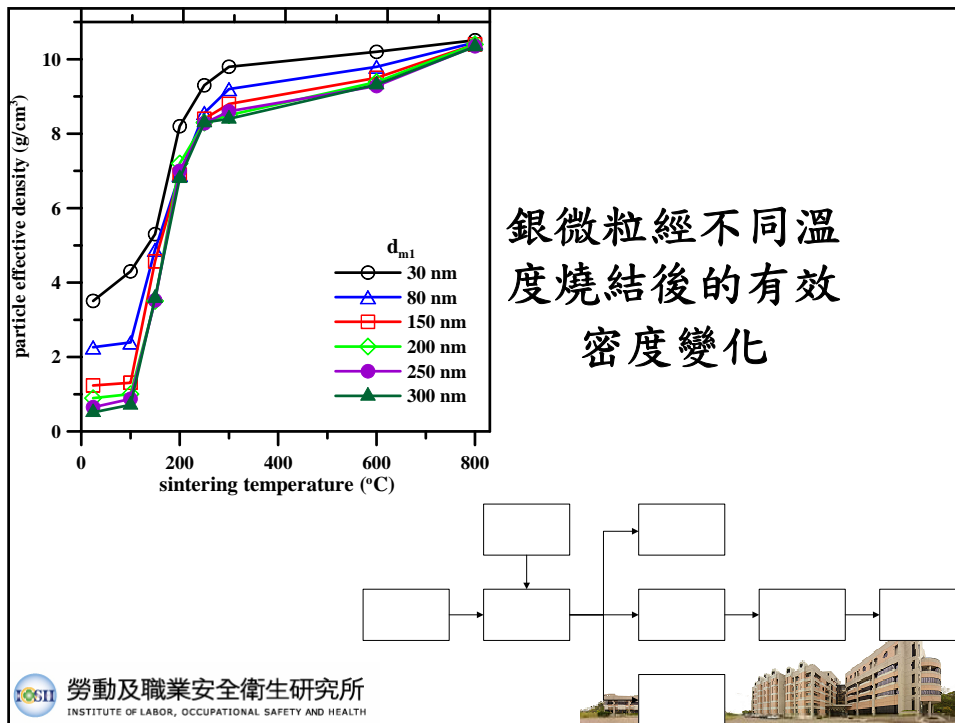


SMPS校正後之質量濃度與PENS結果之比較圖



拋光、電銲與銑床作業之個人奈米微粒暴露質量濃度(PM<sub>0.1</sub>)、環境中奈米微粒數目濃度(PN<sub>0.1</sub>)、體積濃度(PV<sub>0.1</sub>)、體積比(PV<sub>0.1</sub>/PV<sub>0.35</sub>)、有效密度推估值(ρ<sub>eff</sub>)與預期體密度(ρ<sub>bulk</sub>)

	PM <sub>0.1</sub> (μg m <sup>-3</sup> )	PN <sub>0.1</sub> ( <sup>-3</sup> )	PV <sub>0.1</sub> (μm <sup>-3</sup> )	PV <sub>0.1</sub> /PV <sub>0.35</sub>	ρ <sub>eff</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	ρ <sub>bulk</sub> (g cm <sup>-3</sup> )
拋光粉塵-1	8.5	25.3	9.01	0.16	0.94	4-7.9
拋光粉塵-2	10.9	17.3	3.10	0.19	3.51	
電銲燻煙-1	8.7	85.5	4.83	0.22	1.81	3.4-5.9
電銲燻煙-2	21.9	146.9	9.56	0.44	2.30	
銑床霧滴-1	24.4	164.6	9.25	0.45	2.64	~1
銑床霧滴-2	9.9	106.4	8.88	0.47	1.12	



## 結語

- 奈米微粒的監測與暴露評估方面的技術與設備，在國際間仍處於研究發展的階段。
- 特別是許多的儀器設備並不適合進行奈米微粒個人暴露評估
- 有關奈米微粒個人暴露評估技術仍極待開發。

