

Elder Care Asia 2020

亞洲樂齡智慧生活展

呼吸權－健康呼吸空氣淨化論壇

因應COVID-19的免建築

主辦單位：**interplan** 安益集團茵康國際會議顧問股份有限公司
安益國際集團

協辦機關： **台灣空氣品質健康安全協會**
Taiwan Air Quality Health & Safety Association



簡報人員：洪明瑞助理教授

報告日期：中華民國109年11月15日



Elder Care Asia 2020

亞洲樂齡智慧生活展
健康呼吸空氣淨化設備展

11/12(四)~11/15(日) 📍 **高雄展覽館南館**



議程 / Agenda

◆ 開幕式

13:00~13:10

沈世宏博士 / 空安會理事長 (前行政院環保署署長)

◆ 因應COVID-19的免疫建築

13:10~14:00

洪明瑞博士 / 明志科大環安衛系助理教授

◆ 二氧化氯安全濕消毒技術的應用

14:00~14:45

吳東祐董事長 / 阿母斯壯環境科技股份有限公司

◆ 空氣的維他命—負離子技術的研發、應用與效益

15:00~15:45

侯玉董事長 / 歐立得科技有限公司

◆ 室內空品監測IOT技術之實例應用與雲端管理

15:45~16:30

楊俊銘總經理 / 銘祥科技實業股份有限公司

Elder Care Asia 2020

亞洲樂齡智慧生活展

11/12(四)~11/15(日) 高雄展覽館

呼吸權—健康呼吸空氣淨化論壇

主辦：台灣空氣品質健康安全協會

協辦：安益集團茵康國際會議顧問股份有限公司

日期：2020年11月15日(週日)

地點：高雄展覽館亞洲樂齡智慧生活展樂齡學堂 / 806 高雄市前鎮區成功二路 39 號

議程：

免費



沈世宏理事長



洪明瑞教授



吳東祐董事長



侯玉董事長



楊俊銘總經理

◆ 開幕式 / 13:00~13:10

沈世宏博士 / 空安會理事長 (前行政院環保署署長)

◆ 因應 COVID-19 的免疫建築 / 13:10~14:00

洪明瑞博士 / 明志科大環安衛系助理教授

◆ 二氧化氯安全濕消毒技術的應用 / 14:00~14:45

吳東祐董事長 / 阿母斯壯環境科技股份有限公司

◆ 空氣的維他命—負離子技術的研發、應用與效益 / 15:00~15:45

侯玉董事長 / 歐立得科技有限公司

◆ 室內空品監測 IOT 技術之實例應用與雲端管理 / 15:45~16:30

楊俊銘總經理 / 銘祥科技實業股份有限公司

報名網址：<http://www.taqhsa.org.tw/>

空氣品質健康安全協會 敬邀

論壇報名表



空安會



目錄

壹、引言.....	05
貳、免疫建築的濫觴.....	19
參、免疫建築防疫系統.....	29
肆、UVC可否殺滅COVID-19	61
伍、空氣清淨機的使用.....	69
Q&A	



壹、引言

- ◇ 人類面臨的重大環境議題！
- ◇ 人類迫切的健康議題！



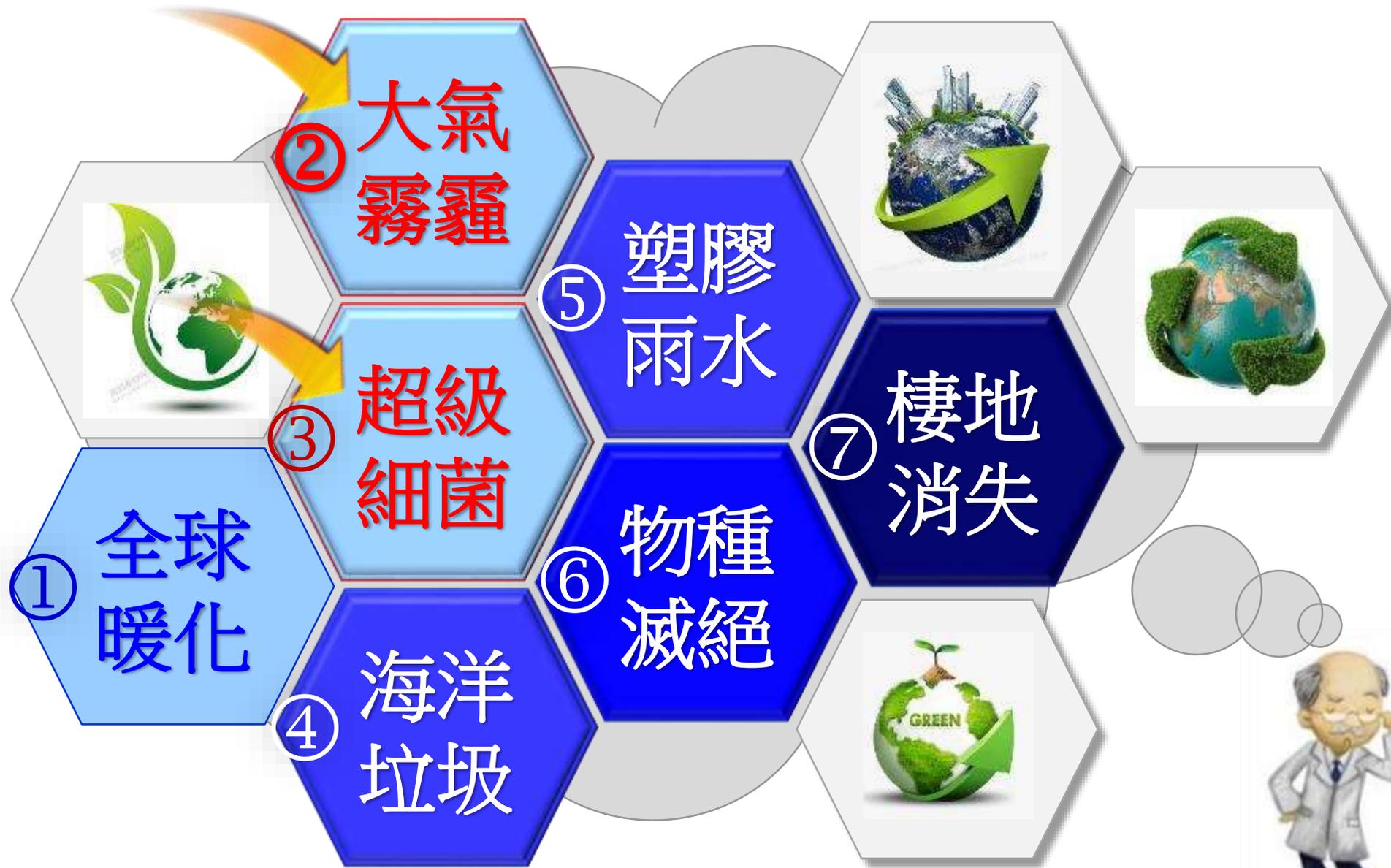


圖1-1 人類面臨多重的環境與公共衛生問題、困境與挑戰

◇您呼吸的空氣乾淨嗎？



GLOBAL AIR POLLUTION ISSUE

92% of people worldwide do not breathe safe air

Join us in breathing life back into our cities and our planet at BreatheLife2030.org

BREATHELIFE
Clean air. Healthy future.

World Health Organization

CLIMATE & CLEAN AIR COALITION



外氣乾淨嗎？

圖1-2 WHO(2017)指出全球92%的人無法呼吸到安全的空氣



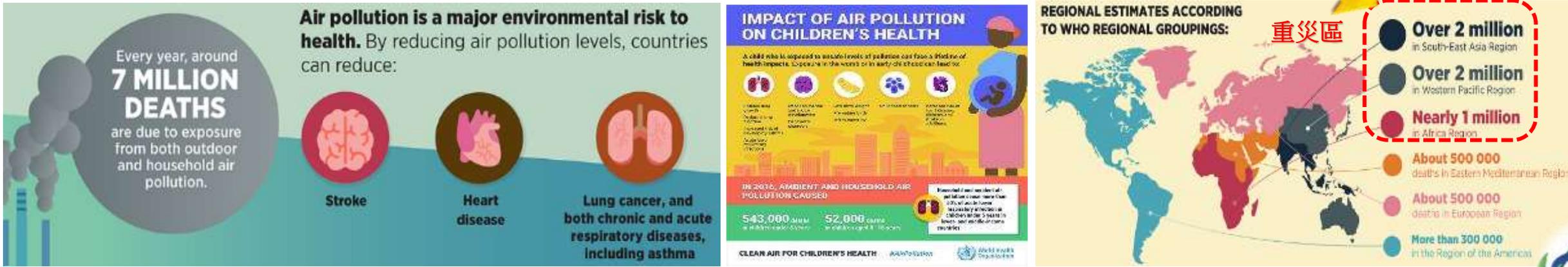


圖1-3 WHO(2019)指出每年有近700萬人直接或間接因空氣污染而過早死亡

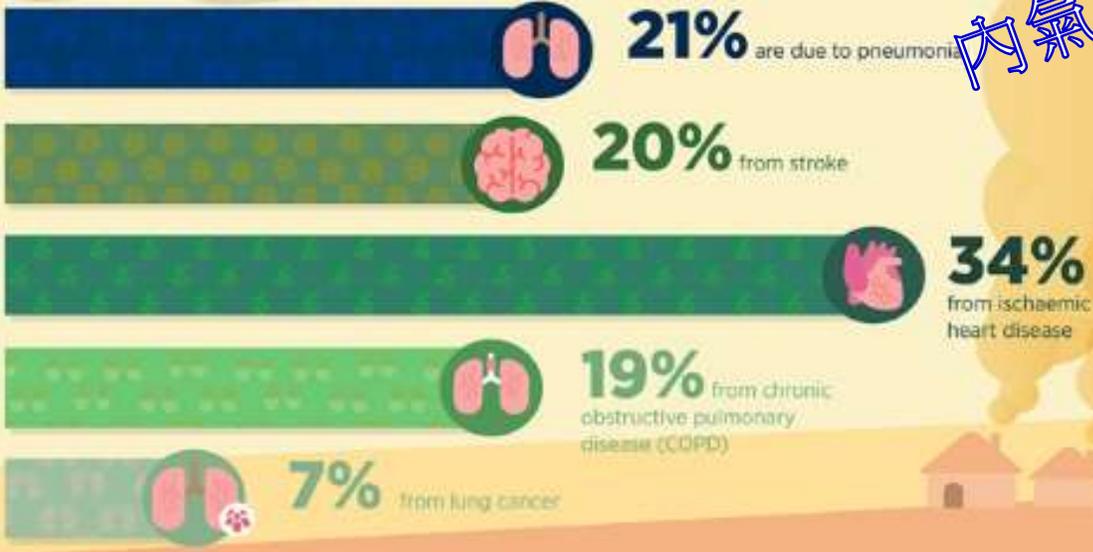


<https://www.who.int/airpollution/infographics/Air-pollution-INFOGRAPHICS-English-5-1200px.jpg>

DEATHS LINKED TO OUTDOOR AND HOUSEHOLD AIR POLLUTION



7 million people die prematurely every year from air pollution – both household and outdoor. Among these deaths:



內氣乾淨嗎?

HOUSEHOLD AIR POLLUTION

3.8 million

die prematurely every year from household air pollution from cooking (2016). Household air pollution is mostly created by using kerosene and solid fuels such as wood with polluting stoves, open fires and lamps.



圖1-4 WHO(2019)指出每年有近380萬人因室內空氣污染而過早死亡

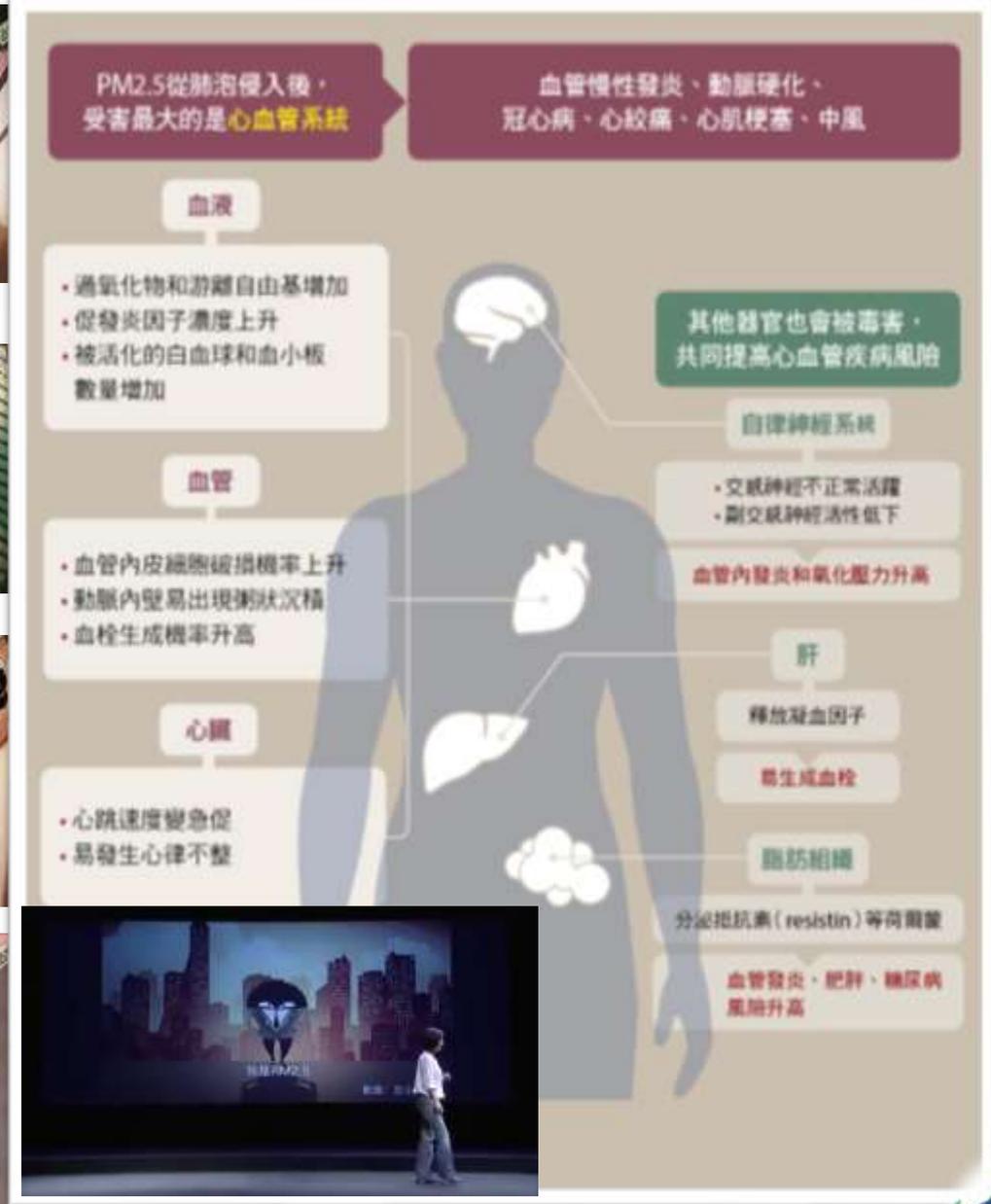
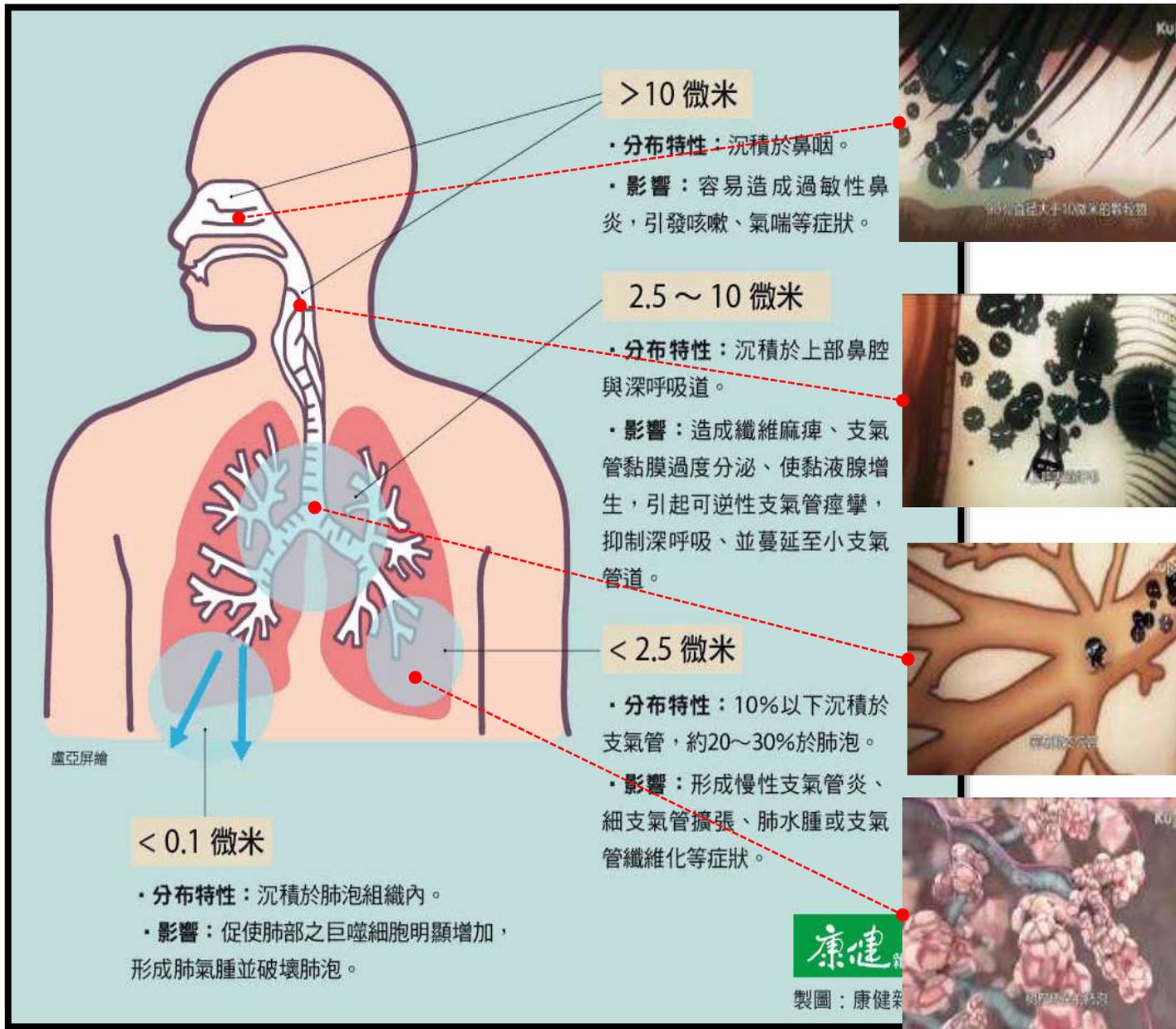


圖1-5 細懸浮微粒(PM_{2.5})與粗懸浮微粒(PM₁₀)在人體之沉積行為



不只影響呼吸道！空污提高10種疾病風險

腦部

■阿茲海默症：PM10高暴露量者（高於49.23微克／立方米），多出4倍風險

心血管

■缺血性心臟病：每年約253萬人死亡
■中風：每年約229.7萬人死亡

肝臟

■肝癌：PM2.5濃度每增加13.1微克／立方米，罹肝癌風險提高22%

膀胱

■膀胱癌



呼吸道

■慢性阻塞性肺病：每年約118.8萬人死亡
■急性下呼吸道疾病：每年約59.7萬人死亡
■氣喘
■肺癌：每年約44.3萬人死亡
■肺腺癌：PM2.5濃度每增加5微克／立方米暴露，罹癌風險增加55%

子宮

■嬰兒早產或體重過輕



不抽菸 不喝酒 女性

肺部右側 2~3公分腫瘤
開刀化驗後 整塊黴菌

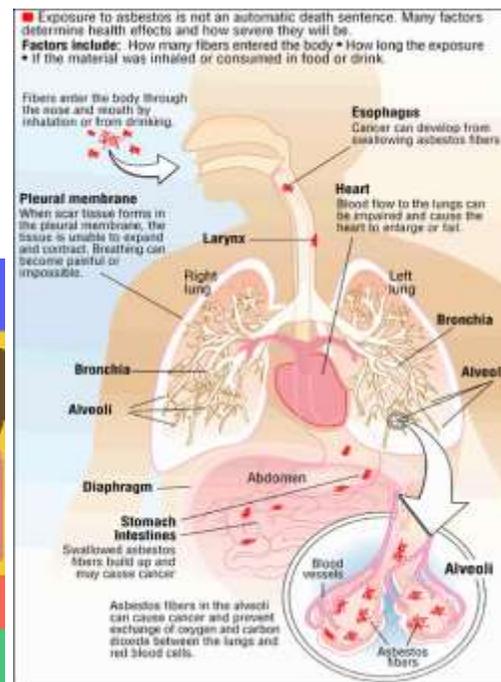
嘉義 10-16

◆女性肺癌逾八成不菸 恐與3因素有關 (三立新聞網2019年1月15日)

- DEADLY BUSINESS asbestos disease victims
- <http://www.hazards.org/asbestos/>
- [graphic illustrating asbestos exposure](http://www.graphicillustrating.com/asbestos-exposure)
- <http://www.ohiotoxicmold.com/asbestos.htm>



◆「80%不吸菸」女性肺癌人數卻高於男性！(Ettoday新聞雲2019年9月10日)



資料來源：WHO、國際癌症研究機構、台大公衛系、《The Lancet Oncology》、《美國國家癌症研究院期刊》
整理：林怡廷

塵蟎引起的各種過敏症狀

反覆發作 痛苦不斷!

打噴嚏 流鼻涕 結膜炎 紅眼症

頭痛 鼻塞 過敏性鼻炎 氣喘 蕁麻疹

AIR POLLUTION IS A GLOBAL CHILDREN'S HEALTH ISSUE

Globally 93% of all children and 630 million children under 5 years are exposed to air pollution levels above the WHO air quality guidelines.

THE BURDEN OF DISEASE FROM POLLUTED AIR IS HEAVIEST IN LOW- AND MIDDLE-INCOME COUNTRIES

Percentage of children under 5 years exposed to PM2.5 levels higher than the WHO air quality guidelines are:

100%	99%	98%	87%
Low- and middle-income countries	High-income countries	Low- and middle-income countries	High-income countries

IMPACT OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S HEALTH

A child who is exposed to unsafe levels of pollution can face a lifetime of health impacts. Exposure to the world's air is a child's health issue.

IN 2016, AMBIENT AND HOUSEHOLD AIR POLLUTION CAUSED:

543,000 deaths	52,000 deaths
in children under 5 years	in children under 5 years

Asbestos fibers in the alveoli can cause cancer and prevent exchange of oxygen and carbon dioxide between the lungs and red blood cells.

圖1-6 空氣污染物對健康之多重危害

您知道微生物(病毒、超級細菌)的危害嗎？

資料來源：[Johns Hopkins CSSE](https://coronavirus.jhu.edu/)

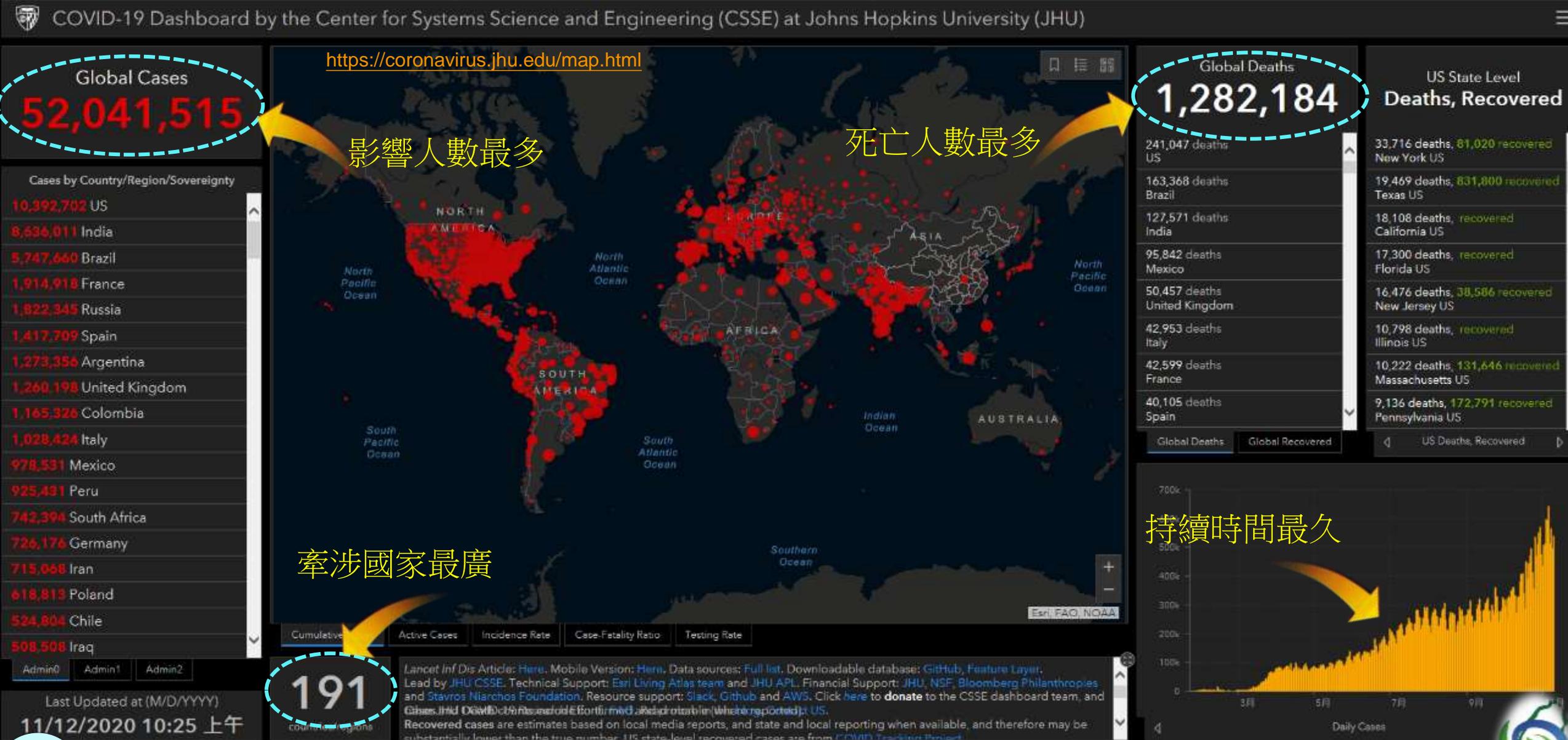


圖1-7 2019新冠肺炎(COVID-2019)全球統計數字(至2020.11.12止)



United Kingdom
of Great Britain
and Northern Ireland

Sweden

Denmark

Czech Republic

Poland

Slovakia

Hungary

Netherlands

Germany

Austria

Ukraine

France

Italy

Croatia

Romania

Bulgaria

Switzerland

Georgia

Russian Federation

Kazakhstan

Mongolia

China

Republic
of Korea

Japan

Lancet Medical Conference Singapore 2006:

The human population and poultry farming is 10 times
more than that in 1918.

If there is an outbreak of H5N1, it will be
more devastating than in 1918!

現今人口及禽類養殖量比1918年增加數十倍
若發生H5N1疫情,將遠比1918年嚴重!



WHO:

The worry about H5N1 is not whether it will happen
But when it will happen!

H5N1禽流感不是會不會爆發流行,而是什麼時候會爆發!

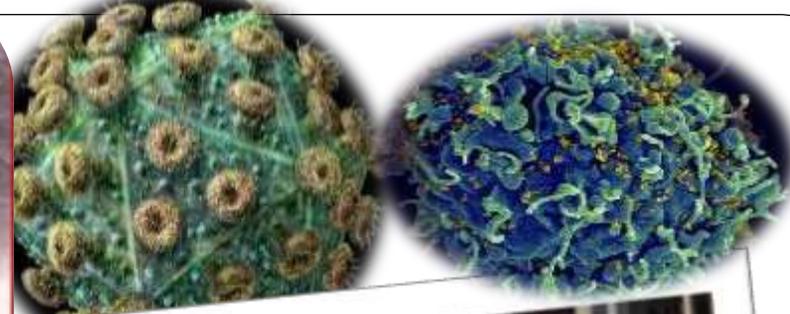


Spanish Flu in 1918

1918年,西班牙世紀禽流感病毒

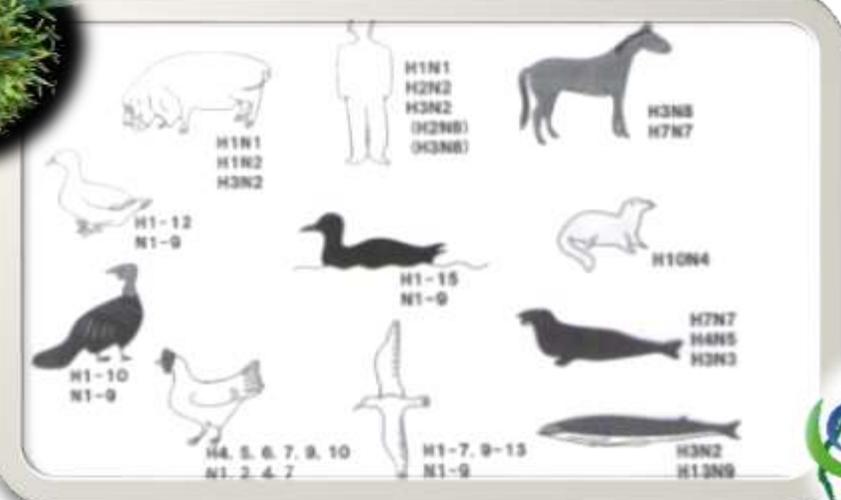
Caused around 50,000,000 death

死亡人數約50,000,000人



New Century Black Death – Bird Flu / SARS / AIDS
新世紀黑死病- 禽流感/SARS/AIDS

根據核蛋白的抗原性分類，禽流感病毒則屬甲型流感病毒，甲型流感病毒是根據位於其套膜上的血凝素及神經氨酸酶的抗原性分為若干亞型，血凝素(H)有15個亞型；神經氨酸酶(N)有9個亞型。所有的這些亞型都可以感染鳥，在禽類中高致病性的屬於H5、H7亞型。典型的雞禽流感病毒是H7N7，造成1983年、1984年在美國東部大流行的是H5N2。目前東南亞地區出現的人類感染是H5N1型。1997年發現的H5N1型毒株被認定是當時流行性感冒的病源。1999年香港出現過H9N2型禽流感的人類感染。2003年荷蘭出現過H7N7型禽流感的人類感染。2006年1月美國出現H3N2。2013年3月中國出現H7N9。



滥用抗生素催生
“超级病菌”



“超级细菌”“现身”记

“超级细菌” 产NDM-1细菌

- 最早于2008年在一位印度裔瑞典尿路感染患者中发现
- 携带一种新型金属β-内酰胺酶
- 对所有β-内酰胺类抗生素耐药，对环丙沙星也不敏感，仅对粘菌素敏感



目前有感染病例报道的国家和地区

资料来源：卫生部
孟丽静 编制 新华社发

圖1-8 人與細菌之戰爭與抗生素的濫用導致超級細菌之反撲

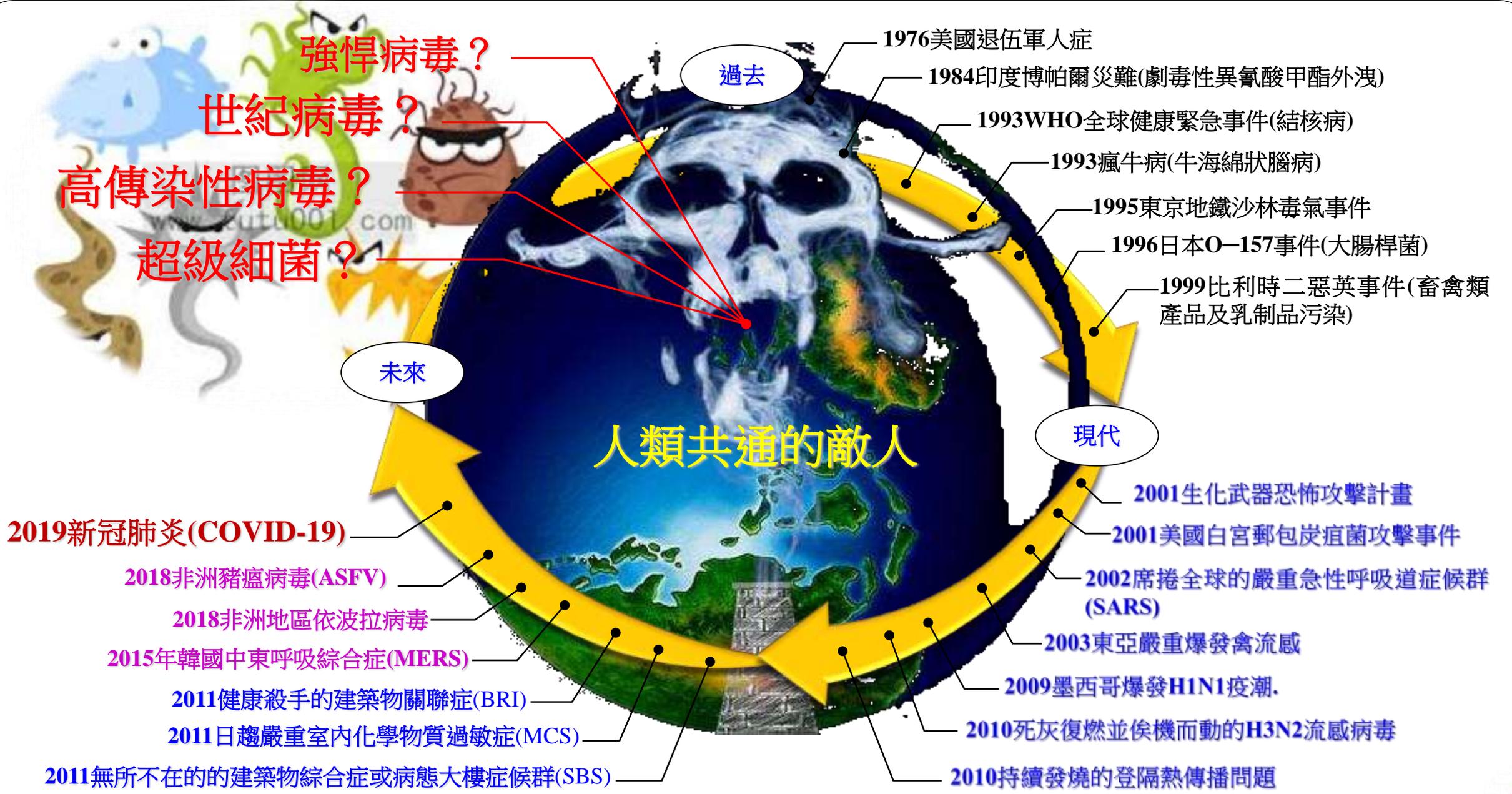


圖1-9 人類近三、四十年來的重大公衛問題與未來共通的敵人



◆潔淨與免疫生活的追求

面對環境與公衛問題的迫切挑戰，
人類該何去何從？



Elder Care Asia 2020
亞洲樂齡智慧生活展

11/12 (四) - 15 (日)
高雄展覽館
高雄市前鎮區成功二路39號

台灣空氣品質
健康安全協會 敬邀指導

攤位編號 **B408**

多元創新 活躍老化
而台灣唯一樂齡展會平台

Intercon 亞利山打展覽中心

發展與建構
· 綠色循環經濟
· 清潔生產製程
· 潔淨免疫生活
的社會，已成為人類邁向「永
續環境與生存」必要途徑



圖1-10 潔淨與免疫生活的追求是人類邁向永續環境與生存的必要途徑



圖1-11 潔淨與免疫生活的追求有賴於免疫建築技術的推動



貳、免疫建築的濫觴

- ◇ IS生物製劑恐怖攻擊計畫？
- ◇ 台北101恐怖攻擊虛驚一場？



六十年代

七十年代

八十年代

九十年代

一百年代

地球能源漸感不足的問題

- 1962 寂靜的春天顯示出人類破壞自然環境的警訊
- 1968 成長的極限人類活動不能漫無管制的成長

地球環保意識的抬頭

- 1972 斯德哥爾會議提高全世界對地球環境污染的重視並加強環保教育與研擬防制對策

人類與生態環境之共存

- 1981 華沙宣言環境建築學
- 1983 WCED的成立聯合國成立世界環境與發展委員會
- 1987 蒙特婁公約限制氟氯碳化物等化學管制藥品對環境與大氣層的破壞
- 1987 我們共同的環境未來 WCED呼籲對生態的尊重與共存共榮的永續發展觀念

地球環境與人類生活品質的提昇與其永續發展

- 1992 里約宣言地球高峰會議二十一世紀議程全球氣候變化之公約以降低CO₂排放量
- 1995 城市高峰會議綠色建築與永續城市的發展
- 1997 京都議定書世界氣候會議
- 1998 能源之星美國、台灣
- 1998 綠建築國際研討會加拿大GBC綠建築
- 1999 北京UIA建築師大會生態建築
- 2000 永續建築研討會荷蘭SB2,000永續建築
- 2000 健康建築研討會芬蘭HB2,000健康建築

省能環保

生態綠化

舒適健康

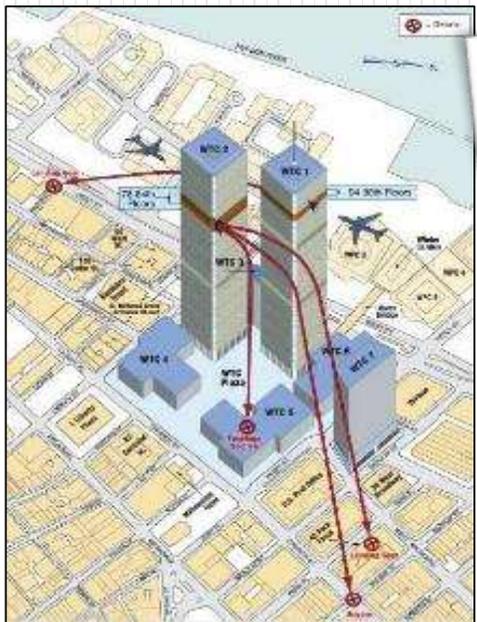
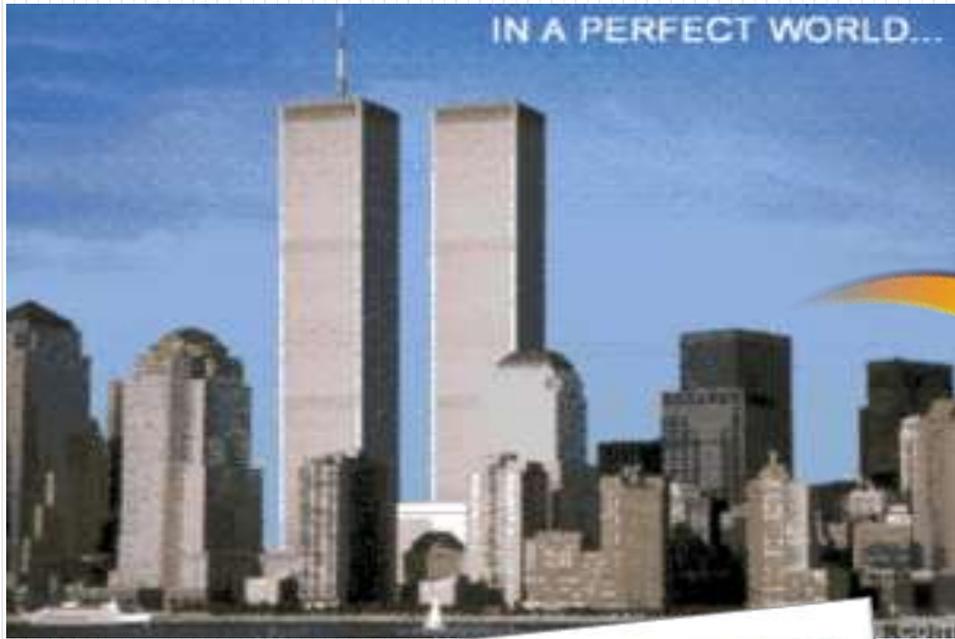


免疫建築



幸福建築

圖2-1 人類居住環境行為與觀念之演進



九一一襲擊事件導致至少2,996人在事件發生當天死亡，包括2,977名無辜平民及19名劫機者。有372名遇難者是外國人，來自90多個國家，占到總死亡人數12%。當天死亡的人中，有246人來自四架被劫持的飛機（[美國航空11號班機](#)、[聯合航空175號班機](#)、[美國航空77號班機](#)、[聯合航空93號班機](#)），2,606人死於紐約世界貿易中心或周遭地區，125人死於五角大樓。襲擊發生後，一些沒有當天死亡的倖存者因患上因吸入過多濃煙而產生的疾病而在接下來的幾年陸續死亡。這些人後來也被加入到了遇難者的列表當中。因此，當前總共有2,999人被列入九一一襲擊事件的死亡名單中，並有可能隨時間不斷增加。與此同時，至少1,140名事發當天在現場的人在日後被診斷出癌症，多數與襲擊有關。

圖2-2 美國2001年9月11日紐約世界貿易中心雙塔發生911恐怖攻擊事件



4TH GRADE
 GREENDALE
 FRANKLIN



Bacillus anthracis
 炭疽芽孢桿菌

SPECIAL REWARD
 Up to **\$2.5 million**

For information leading to the arrest and conviction of the individual(s) responsible for the mailing of letters containing anthrax to the New York Post, Tom Brokaw at NBC, Senator Tom Daschle and Senator Patrick Leahy:

AS A RESULT OF EXPOSURE TO ANTHRAX, FIVE (5) PEOPLE HAVE DIED.

The person responsible for these deaths...

- Likely has a scientific background/work history which may include a specific familiarity with anthrax
- Has a level of comfort in and around the Trenton, NJ area due to present or prior association

Anyone having information, contact America's Most Wanted at 1-800-CRIME TV or the FBI via e-mail at amerithrax@fbi.gov

All information will be held in strict confidence. Reward payment will be made in accordance with the conditions of Postal Service Reward Poster 296, dated February 2000. Source of reward funds: U.S. Postal Service and FBI \$2,000,000; ADVO, Inc. \$500,000.



炭疽病

SCHLE
 NATE OFFICE

- ◆ 2001年美國炭疽攻擊事件是在美國發生的一起從2001年9月18日開始為期數週的生物恐怖襲擊。從2001年9月18日開始有人把含有炭疽桿菌的信件寄給數個新聞媒體辦公室以及兩名民主黨參議員。這個事件導致五人死亡，17人被感染。直到2008年最主要的嫌疑人才被公布。
- ◆ 2008年中聯邦調查局把它的懷疑集中到布魯斯·愛德華·艾文斯 (Bruce Edwards Ivins) 身上。艾文斯曾經在馬里蘭州弗雷德里克戴維克堡政府生物防禦實驗室中工作。他得知將被逮捕後於7月27日服用大量對乙酰氨基酚自殺。
- ◆ 2008年8月6日聯邦調查局宣布艾文斯為唯一嫌疑犯。兩天後美國國會議員開始調查聯邦調查局的調查工作。

圖2-3 美國2001年9月18日開始發生為期數週的生物恐怖襲擊



◆ IS生物製劑恐怖攻擊計畫？



圖2-4 蓋達恐怖組織2001年擬對美國發起生物恐怖攻擊計畫



IMMUNE BUILDING SYSTEMS TECHNOLOGY

- Language: English
- Binding: Paperback
- Publisher: McGraw-Hill Education
- ISBN: 9780071402460, 0071402462
- Edition: 2002
- Pages: 588

- Information on biological pathogens and mechanical systems
- Build and run systems impervious to bioweapons
- Retrofit existing heating and ventilation systems
- Specific systems for use in homes, schools, hospitals, and office buildings are addressed

Wladyslaw Jan Kowalski

Description:

Intended as an all-encompassing reference handbook and text, *it provides assessment information for industrial hygiene and environmental health professionals on the best methods for the control of bioaerosols and some chemical agents in buildings including*: homes, schools, hospitals, and offices. This text is original in its coverage of airborne pathogens, the mechanical systems used to control indoor air quality, indoor disease control, bioweapons, and mold contamination. Information on building and running systems impervious to bioweapons, and retrofitting existing heating and ventilation systems is also provided. Chapters in the book include:

- **Biological Weapon Agents**
- **Dose and Epidemiology of CBW Agents**
- **Buildings and Attack Scenarios**
- **Air-Cleaning and Disinfection Systems**
- **Simulation of Building Attack Scenarios**
- **Decontamination and Remediation**
- **Alternative Technologies**
- **Chemical Weapon Agents**
- **Dispersion and Delivery Systems**
- **Ventilation Systems**
- **Detection of CBW Agents**
- **Immune Building Control Systems**
- **Security and Emergency Procedures**
- **Mailrooms and CBW Agents**

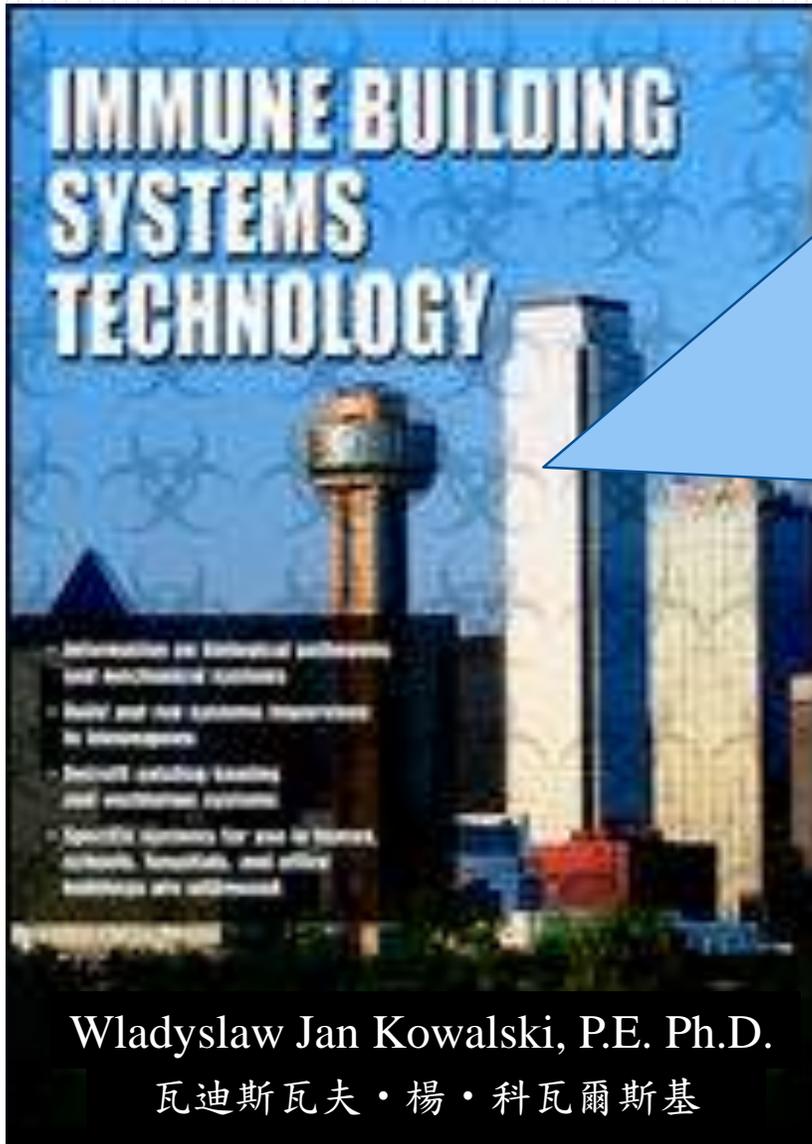


<https://www.amazon.com/Building-Systems-Technology-Wladyslaw-Kowalski/dp/0071402462>

圖2-5 Immune Building Systems Technology by Wladyslaw Kowalski (2002-09-26)



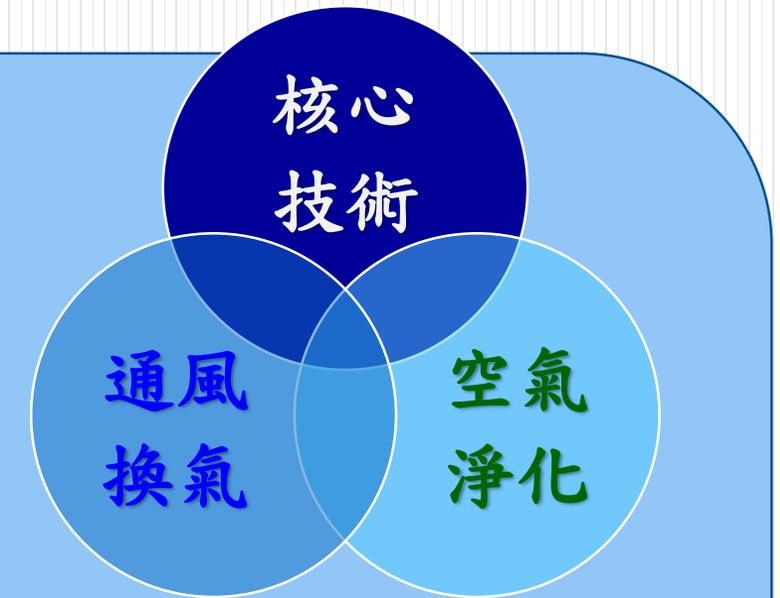
- 建築免疫技術是一門綜合性科學，目前市場上應該沒有單一產品、設備、方法或技術能獨力完成有效的建築免疫



- 第1章 概論
- 第2章 生物毒劑
- 第3章 化學毒劑
- 第4章 生化毒劑的劑量和流行病學
- 第5章 生化毒劑的釋放方式
- 第6章 建築物及其受襲情景
- ✓ 第7章 通風系統
- ✓ 第8章 空氣淨化與消毒系統
- 第9章 建築物受襲情景的數值模擬
- 第10章 生化毒劑的檢測
- ✓ 第11章 免疫建築控制系統
- 第12章 安全和應急程式
- ✓ 第13章 洗消與修復
- ✓ 第14章 替代技術
- 第15章 經濟性分析與系統優化
- 第16章 郵件收發室與生化毒劑
- 第17章 結語

附錄：(A)生物毒劑資料庫／(B)病原體的疾病發展和致死課題曲線資料庫／(C)毒素和課題曲線資料／(D)化學毒劑資料庫／(E)紫外線照射(UVGI)系統的規格與殺滅率／(F)計算紅外線照射(UVGL)系統直射輻射平均場強的來源程式

術語表
參考文獻



理氣與消毒雙管齊下

圖2-6 免疫建築系統綜和技術之內涵



◇台北101恐怖攻擊虛驚一場？



When Islamic State attack your cities it won't look nice. By the permission of Allah that day is not far.



圖2-7 IS官方2015年推特PO「101焚燒照」暗喻下一個將恐攻台灣嗎？





圖2-8 公共建築物過低的外氣引入口增加生物製劑恐攻的風險





圖2-9 外氣入口位於易遭生化恐怖攻擊之地面層公眾建築物



參、免疫建築防疫系統

- ◇ COVID-19的省思
- ◇ 免疫建築的核心
- ◇ 以UVGI系統為例
- ◇ UVGI應用案例介紹



◆ COVID-19的省思

一、受體防護與空間防疫的差異

受體防護

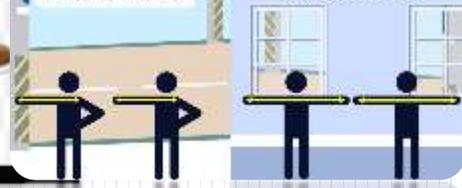


- 戴口罩
- 勤洗手
- 保持社交距離
- 檢驗與篩檢能量
- 醫療能量
- 疫苗

社交安全距離

室外1公尺
手臂拉到身軀寬

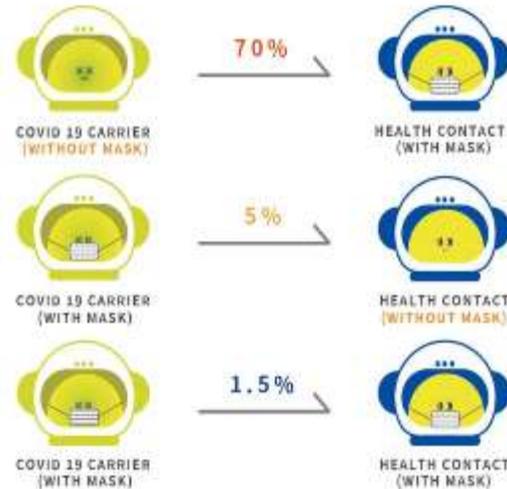
室內1.5公尺
張開雙臂的距離



8月17日起八大場所

醫療機構、教育場所、娛樂場所、大眾運輸
賣場市集、展演競賽、宗教場所、大型活動

沒戴口罩即將開罰



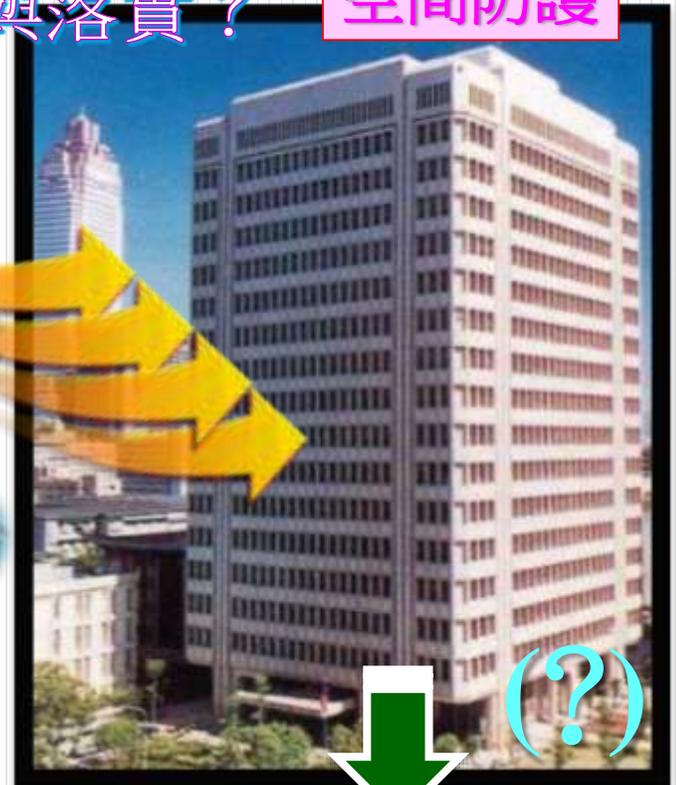
建築產業的話語權？

主管機關重視嗎？

標準與規範？

推動與落實？

空間防護



被動防疫(Passive epidemic prevention)

被關注、取得較好的成效

主動防疫(Active epidemic prevention)

被忽略、防疫機制脆弱

圖3-1 受體(個體)防護與空間防護的差異



Prevent the Spread of Infections



Cough or sneeze into your elbow or a tissue.

Throw away used tissues immediately.



Wash your hands frequently with soap and water for at least 20 seconds, especially after being in public, blowing your nose, coughing or sneezing.



Don't touch your eyes, nose or mouth.



Clean and disinfect frequently touched surfaces, especially when someone is sick.



Avoid close contact, such as shaking hands.

Find a way to greet that doesn't involve touching.



Keep at least 2 metres from others, whenever possible.



Stay home if you are sick.

Take the Time to Wash Your Hands

It's the most effective way to prevent the spread of germs

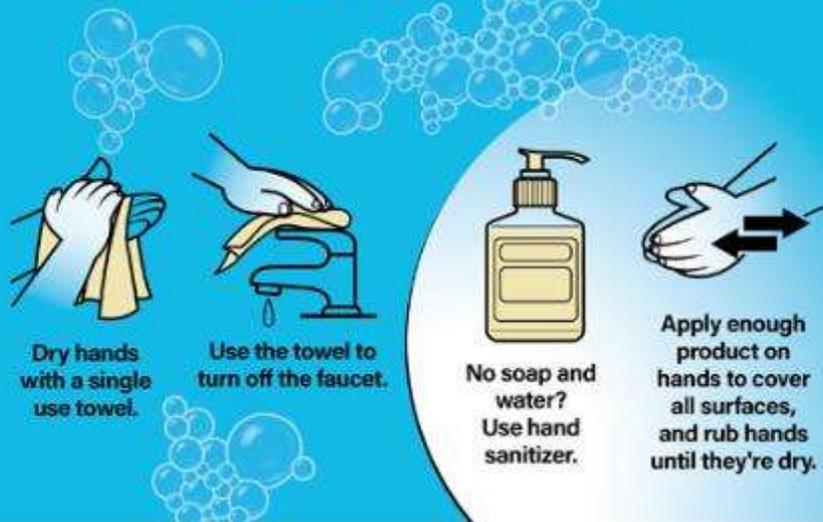


Wet hands with running water.

Apply soap and scrub palms, backs of hands, wrists, between fingers and under nails.

Scrub for at least 20 seconds.

Rinse thoroughly under running water.



Dry hands with a single use towel.

Use the towel to turn off the faucet.

No soap and water? Use hand sanitizer.

Apply enough product on hands to cover all surfaces, and rub hands until they're dry.

Prevent the Spread



10 Tips for Employers

5 Healthy Hygiene Habits

to protect against viruses



information updates



Staying home when sick and handwashing are the most effective ways to help slow the spread of a virus.

www.ccohs.ca/health



How to Use Hand Sanitizer

Whenever possible, wash your hands with soap and water instead.



Use soap and water if hands are heavily soiled or greasy.



二、越來越來的研究與報導證實Coronavirus會透過氣流傳播

- ◆曾獲得諾貝爾獎的科學家團隊Renyi Zhang, Yixin Lib, Annie L. Zhang, Yuan Wang, and Mario J. Molina，發表最新有關COVID-19疫情的研究結果，確定空中傳播是COVID-19傳播的主要途徑，只保持社交距離是不夠的，戴口罩更能有效地保護自己與他人。

<https://www.pnas.org/content/early/2020/06/10/2009637117>

- ◆239名科學家打臉WHO：認證新冠病毒可透過空氣傳播。

<https://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=82097>

- ◆30歲毒后！韓星巴克內「脫口罩」喝咖啡害58人染新冠，病毒從「空調」大放送。

https://www.ettoday.net/news/20200822/1790828.htm?from=fb_et_news&fbclid=IwAR3Y1JE4wB8Ksvx4Fp-qhij5AKNYMxCTtJyKjCquXfYvszBJYc0szQn9DYE

- ◆患者說話噴飛沫，研究：病毒在空氣中可懸浮逾8分鐘。

https://news.tvbs.com.tw/world/1324017?utm_source=Msn&utm_medium=Msn_news&utm_campaign=news_tvbs

- ◆打噴嚏噴出的病毒飛得比你想像中更遠！

<https://www.natgeomedia.com/science/article/content-11151.html>

- ◆瑞士成功研發光學生物傳感器，檢測空氣中是否存在肺炎病毒。

<https://unwire.hk/2020/04/23/ein-optischer-biosensor-fur-das-coronavirus/fun-tech/>

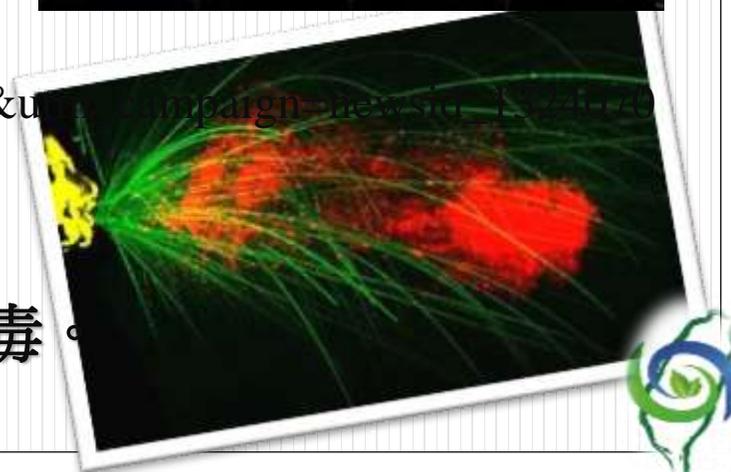
How Long Covid-19 Lasts on Surfaces

CARDBOARD: UP TO 24 HOURS

STAINLESS STEEL: UP TO THREE DAYS

PLASTICS: UP TO THREE DAYS

AEROSOLS: UP TO THREE HOURS



◆美國疾病管制中心(CDC)

科學摘要：新冠肺炎病毒(SARS-CoV-2)和潛在的空氣傳播

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/scientific-brief-sars-cov-2.html>

呼吸道病毒SARS-CoV-2可以多種方式傳播，包含：接觸、飛沫和空氣傳播。

- 接觸傳播(Contact transmission)：是指通過與感染者直接接觸(如在握手時觸摸)或與已被污染的物品或表面直接接觸而傳播的感染。後者有時被稱為“霧氣傳播”。
- 液滴傳播(Droplet transmission)：是指通過接觸感染者呼出的含病毒的呼吸道飛沫(即較大的液滴以及較小的飛沫和顆粒)而傳播的傳染病。當某人靠近感染者時(通常在約6英尺之內)，最有可能發生此傳播方式。
- **空氣傳播(Airborne transmission)**：是通過暴露於含有病毒的呼吸道飛沫而傳播的，這些呼吸道飛沫由較小的飛沫和微粒所組成，可以長時間懸浮在空氣中(通常大於6英尺)，並長時間(通常為數小時)懸浮在空氣中。

◆美國科學促進會(AAAS)

科學：新冠肺炎病毒(SARS-CoV-2)的空氣傳播

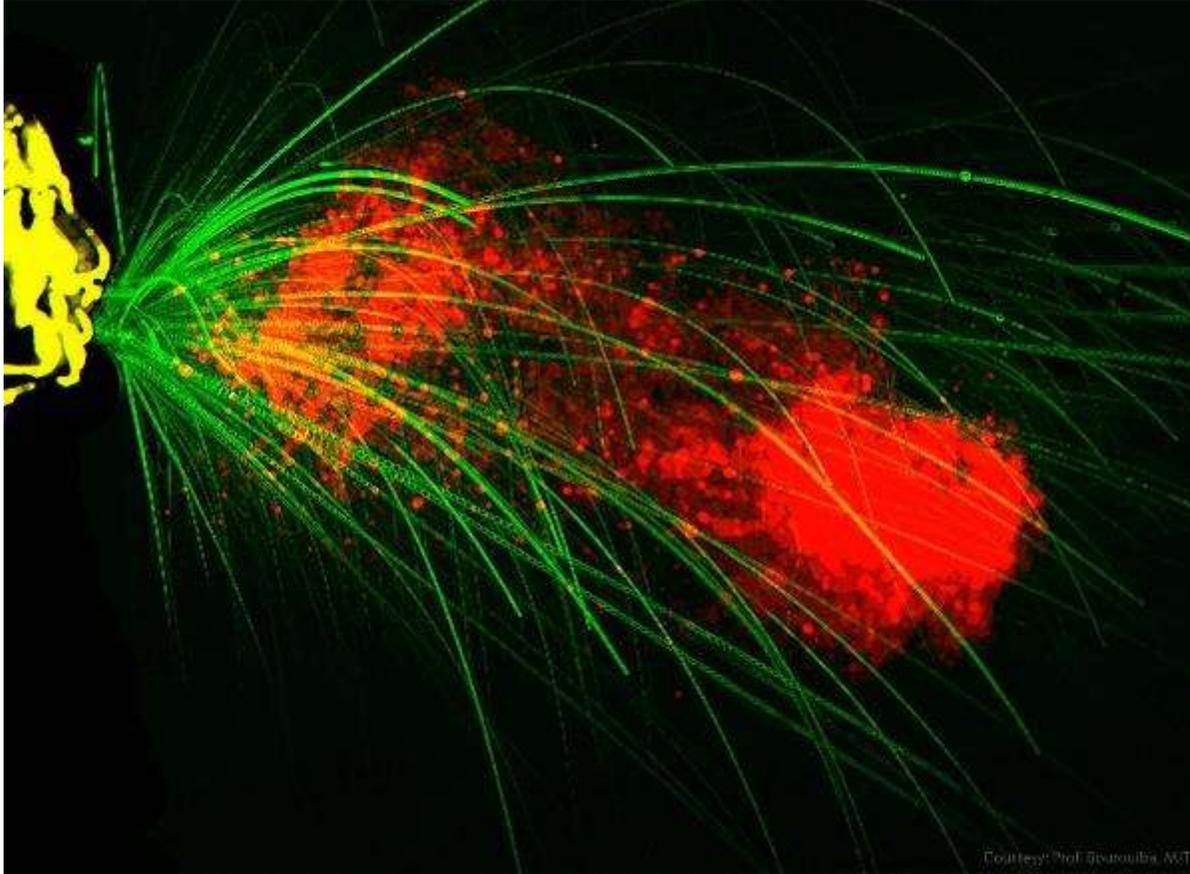
<https://science.sciencemag.org/content/early/2020/10/02/science.abf0521.full>

- 液滴中的病毒(大於 $100\mu\text{m}$)通常會在距源頭2m內且數秒內掉落到地面，並且可以像微小的砲彈一樣噴灑到附近的人身上。由於其有限的傳播範圍，社交安全距離可減少了對這些液滴的暴露。
- 氣溶膠中的病毒(小於 $100\mu\text{m}$)可以像煙霧一樣懸浮在空氣中數秒至數小時之久並被吸入，其高度集中在受感染的人附近，因此可以很容易地在附近感染人群。但是，含有傳染性病毒的氣溶膠也會傳播超過2 m，並積聚在通風不良的室內空氣中，從而導致超擴散事件。
- 患有COVID-19的人(其中許多人沒有症狀)在呼吸和說話時會釋放出數千種載有病毒的氣溶膠，而其釋放的飛沫要少得多。因此，吸入氣霧的可能性遠大於被液滴噴射的氣霧，故必須將注意力轉移到防止空氣傳播上。
- 除了現有的戴口罩、社交安全距離以及落實衛生工作的規定外，我們敦促公共衛生官員就戶外活動，使用通風和過濾改善室內空氣以及改善對高危工人的保護的重要性，應增加並提供明確的指導。



◆ 打噴嚏噴出的病毒飛得比你想像中更遠！

<https://www.natgeomedia.com/science/article/content-11151.html>

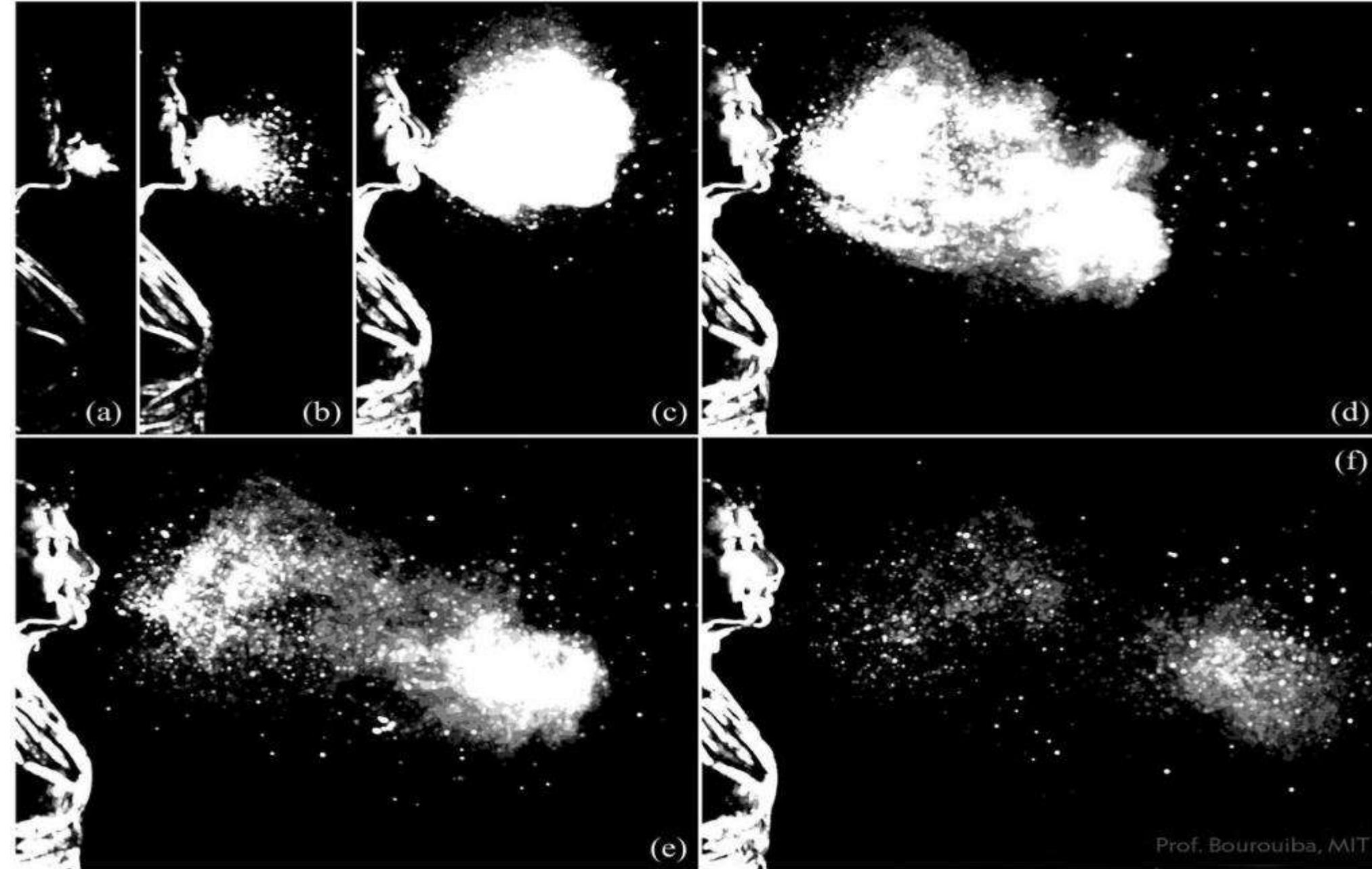


透過這張上色的高速攝影照片，可以發現噴嚏主要有兩種飛沫，一種是陣雨狀的大飛沫（綠色），噴射軌跡可達距離打噴嚏者（黃色）2公尺遠之處，另一種則是懸浮在潮溼熱氣之中的小飛沫（紅色），呈雲霧狀。帶有病原體的飛沫在空氣中懸浮的時間可能不只幾秒鐘，而是幾分鐘，飛沫的飛行距離更可長達8公尺。IMAGE BY LYDIA BOUROUBA, MIT



高速攝影拍到打噴嚏之後，會有像瀑布一樣的大飛沫噴出（左圖），還有雲霧狀的小飛沫（右圖），能將病原體傳播得更遠。IMAGE BY LYDIA BOUROUBA, MIT





Coronavirus Disease (COVID-19) Carrier 新冠病毒帶菌者	Healthy individuals 沒受感染人群
(COVID-19) without mask 帶菌者-沒帶口罩	(Healthy) without mask 沒有受感染人群-沒帶口罩
Transmission rate 100% 傳染率為 100%	
(COVID-19) without mask 帶菌者-沒帶口罩	(Healthy) with mask 沒有受感染人群-帶口罩
Transmission rate 70% 傳染率為 70%	
(COVID-19) with mask 帶菌者-帶口罩	(Healthy) without mask 沒有受感染人群-沒帶口罩
Transmission rate 5% 傳染率為 5%	
(COVID-19) with mask 帶菌者-帶口罩	(Healthy) with mask 沒有受感染人群-帶口罩
Transmission rate 1.5% 傳染率為 1.5%	

The difference between wearing a mask and not wearing a mask, the transmission rate can be as low as 1.5%
帶口罩與不帶口罩相比，傳染率可減少到最低至1.5%

Please refuse to relate closely with anyone not wearing a face mask
請積極參與帶口罩

Prof. Bourouiba, MIT

圖3-2 受以每秒1000張的高速攝影拍到的噴嚏照片(時間依序為：a) 0.006秒，b) 0.029秒，c) 0.106秒，d) 0.161秒，e) 0.222秒，f) 0.341秒。IMAGES BY LYDIA BOUROUBA, MIT)

◆ 您知道經過口鼻咳嗽過程產生的飛沫液滴，其傳播速度有如輕度颱風 ($\geq 17.2\text{m/s}$) 哪麼快嗎？飛沫液滴可小到地心引力不易使其沉降的微米級 ($\leq 10\mu\text{m}$) 顆粒嗎？

Procedia Engineering的期刊論文：「[Numerical Simulation of Coughed Droplets in Conference Room](#) / 會議室中咳嗽液滴的數值模擬」可提供您一些研究成果，如下：

- 一、使用「**粒子圖像測速技術(Particle Image Velocimetry, PIV)**」，在無通風條件下測量咳嗽飛沫的初始速度，咳嗽液滴的初始速度範圍在 **$6\text{m/s} \sim 22\text{m/s}$** 之間，大多數數值在 **$10\text{m/s}$** 左右。
- 二、使用「**光學粒子計數器(Optical particle counter)**」研究咳嗽液滴的直徑，發現液滴直徑譜分佈在 **$0.6\mu\text{m}$** 至 **$16\mu\text{m}$** 之間，平均為 **$8.35\mu\text{m}$** 。
- 三、由口中產生的咳嗽飛沫(以 **$5\mu\text{m}$** 為例)，一開始受到慣性力(Inertial force)影響，沿初始速度向前移動一段距離，當慣性力逐漸減小時，咳嗽的液滴就會轉為受重力(Gravity force)、拖曳力(Drag force)以及布朗力(Brownian force)的影響，進而逐漸擴散到室內其它空間進行傳播。
- 四、比較三種混合通風(Mixing ventilation)和置換通風(Displacement ventilation)對公車上咳嗽液滴運動的影響，置換通風在限制空氣傳播感染的風險方面較混合通風更為有效。
- 五、室內咳嗽者經由口鼻產生的飛沫，其傳播方式與飛沫濃度，與空間中空調的送風、出風佩置方式息息相關。
- 六、透過室內通風換氣的空氣循環模式，雖有加快咳嗽液滴從房間中排出。但是，隨著氣流在室內的流動過程，咳嗽的液滴則會擴散到空間其它地方，增加更廣區域曝露的風險。
- 七、比較會議室「天花板向下送風及向上回風」、「天花板側向送風及向上回風」、「地板向上送風天花板向上回風」的通風方式，以最後者的空氣循環模式，尤如置換通風的效果，減少呼吸道咳嗽的飛沫濃度的效果最佳。



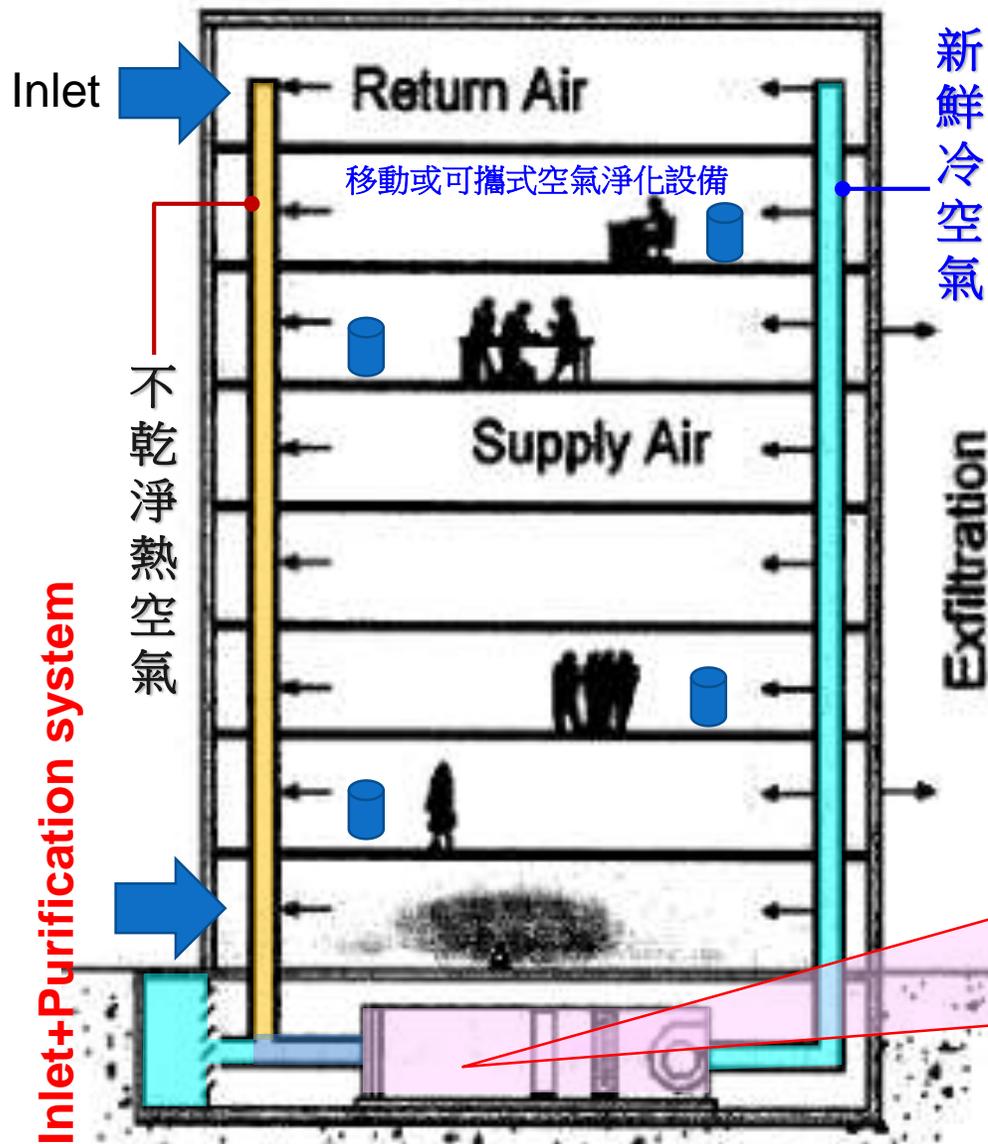


- 在 1976 年夏天，美國退伍軍人在費城慶祝獨立 200 周年，不幸發生 221 人急性肺炎之流行及造成 34 名患者死亡而舉國震驚。直到 80 年代美國疾病管制中心之 Brenner 等人才找到病原菌，取名為退伍軍人菌 (*Legionella Pneu - mophila*) 此菌在 1976 年以前至少發生過四次流行，而 1976 年後也曾陸陸續續發生。
- 本菌原來在自然界中分布甚廣，調查人員曾在河川、湖泊、沼澤、井水、淋浴噴嘴及冷卻塔之冷卻用水中檢出。本菌常以土壤或水中之 Ameba 做為自然宿主 (natural host) 而生存。又因流行季節多在夏季迄秋季，推測本菌之感染與空調設備之使用及冷卻塔所飛散之冷卻水由人吸入所引起。

圖3-3 空氣中微生物容易透過中央空調系統風管進行傳染



◆ 免疫建築的核心



Purification system

- ✓ *Wet disinfection*
- ✓ *Fumigation*
- ✓ *Dry disinfection*
- ✓ *Self-disinfection*

「**免疫建築防疫系統**」包含於中央空調系統（空調箱、風管、出回風口、電梯間等）中設置「**管道內置式清淨設備 (Induct air-cleaning devices)**」或**全屋式清淨設備 (Whole-house air-cleaning devices)**」進行防疫；同時，再於個別有需求的空間加強設置「**可移動或可攜式空氣清淨設備 (Mobile or portable air-cleaning devices)**」進行隨時隨地且主動對氣流與物體表面的消毒與殺菌作業。

圖3-4 免疫建築主動防疫系統內、外布設示意圖



◆ 潔淨與防疫手段：濕消毒、薰蒸消毒(霧、汽化)、乾消毒、自體消毒

濕消毒

利用75%酒精、30ppm次氯酸水(HClO)、20ppm二氧化氯(ClO₂)等對人體相對較無害的消毒劑進行物體或物品表面的擦拭或噴灑以進行消毒與殺菌。

Wet disinfection

薰蒸消毒

將物品放於電鍋或高壓滅菌釜(中心溫度 121°C，壓力約15 lb/in²或 1.05 kg/cm²，滅菌15分鐘以上)進行蒸氣熱消毒，或直接以霧(汽)化設備配合消毒劑(如二氧化氯、次氯酸等)對物體表面進行薰蒸消毒。

Fumigation

乾消毒

利用UVC燈管或LED-UVC對物體、物品表面或對水體進行照射，根據微生物所需的致死劑量，提供一定的輻射強度與照射時間而達到消毒殺菌的目的。

Dry disinfection

自體消毒

物體或物品表面塗上或浸渡一層抗微生物薄膜，如：鋅離子、銀離子、氧化鋅、鋅化合物或奈米二氧化矽等，藉由物理或化學作用進行消毒與殺菌。

Self-disinfection



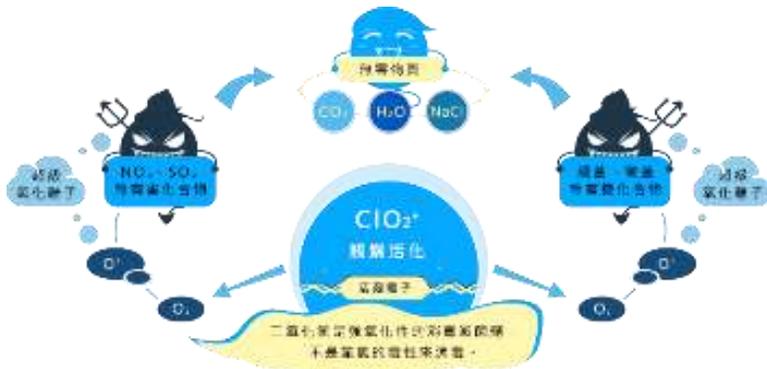
表3-1 表面常用的濕式消毒劑

消毒劑種類	作用機轉	健康效應（吸入或接觸）
次氯酸鹽(Hypochlorite) 	與微生物之核酸蛋白質產生氧化反應	具刺激性及腐蝕性
過氧化氫(Hydrogen peroxide)溶液	使細胞產生氧化反應	低於3 %時無傷害性
四級銨化合物(Quaternary ammonium compounds)	增加細胞膜的穿透性	毒性刺激物
酒精(乙醇)[Alcohols(Ethanol)]	使蛋白質凝固、沉澱、變性	無報告
碳酸(Phenolics) 	使蛋白質變性	有氣味，毒性刺激物，具腐蝕性
戊二醛(Glutaraldehyde)	與微生物之蛋白質鍵結	毒性刺激物
碘、碘仿(Iodine, Iodoform)	釋出無機碘與微生物之核酸、蛋白質產生氧化反應	對皮膚及黏膜組織具有刺激性
甲醛(Formaldehyde)	與微生物之DNA及蛋白質鍵結	有氣味，毒性刺激物，可能具有致癌性
次氯酸水(Hypochlorous acid water) 	使細胞的脫氫酶失去活性而破壞或抑制蛋白質的合成	低濃度時無傷害
二氧化氯(Chlorine dioxide)	使細胞的蛋白質、脂肪與核酸產生氧化而失活	低濃度時無傷害

濕消毒

• 第一代：次氯酸鈉；第二代：環氧乙烷；第三代：戊二醛；第四代：次氯酸水、二氧化氯。





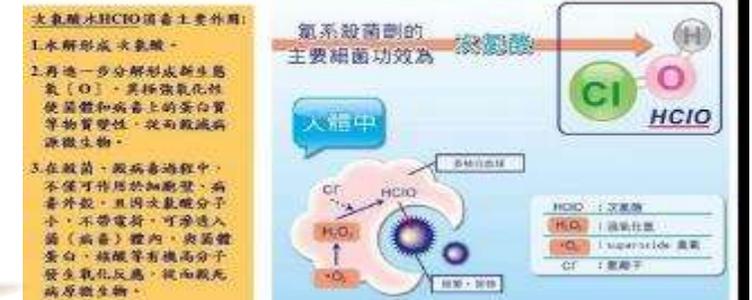
<http://magic-clo2.com/page/2/%E4%BA%8C%E6%B0%A7%E5%8C%96%E6%B0%AF>

次氯酸水	次氯酸鈉-漂白水	乙醇-酒精	二氧化氯-殺菌劑	銀離子-殺菌劑	鹼性電解水
無須調製	需用時會揮發，調製不當，有刺激性	對皮膚、黏膜、呼吸器有刺激性	錠狀，使用時，藥與水比例，誤差不足	研究會認為，銀離子粒子小，易吸入人體，對人體有神經細胞，皮膚細胞，產生毒性	次氯酸水之威力，是鹼性電解水之數倍，且其殺菌力，比漂白水強，且pH值對人體，無刺激性
安全有效					
無副作用	會刺激皮膚，黏膜，嚴重者，會產生細胞毒性	味道刺鼻，不適宜於室內，大量消毒使用	高溫會產生細胞毒性，使消毒劑失效		
老幼皆宜					

<https://www.govtshopping.com.tw/Detail/6863604EB39E4509AB006ED7D1A52F26>



次氯酸 (HClO) 殺菌原理



<https://blog.xuite.net/uees888/superclean/151922831-Superclean%E8%88%92%E5%85%8B%E6%B8%85%E6%98%AF%E5%90%A6%E5%B0%8D%E4%BB%BB%E4%BD%95%E7%B4%B0%E8%8F%8C%E7%97%85%E6%AF%92%E9%83%BD%E5%8F%AF%E6%AE%BA%E6%AD%BB%E5%91%A2%EF%BC%9F>

滅菌原理

Disinfection principle

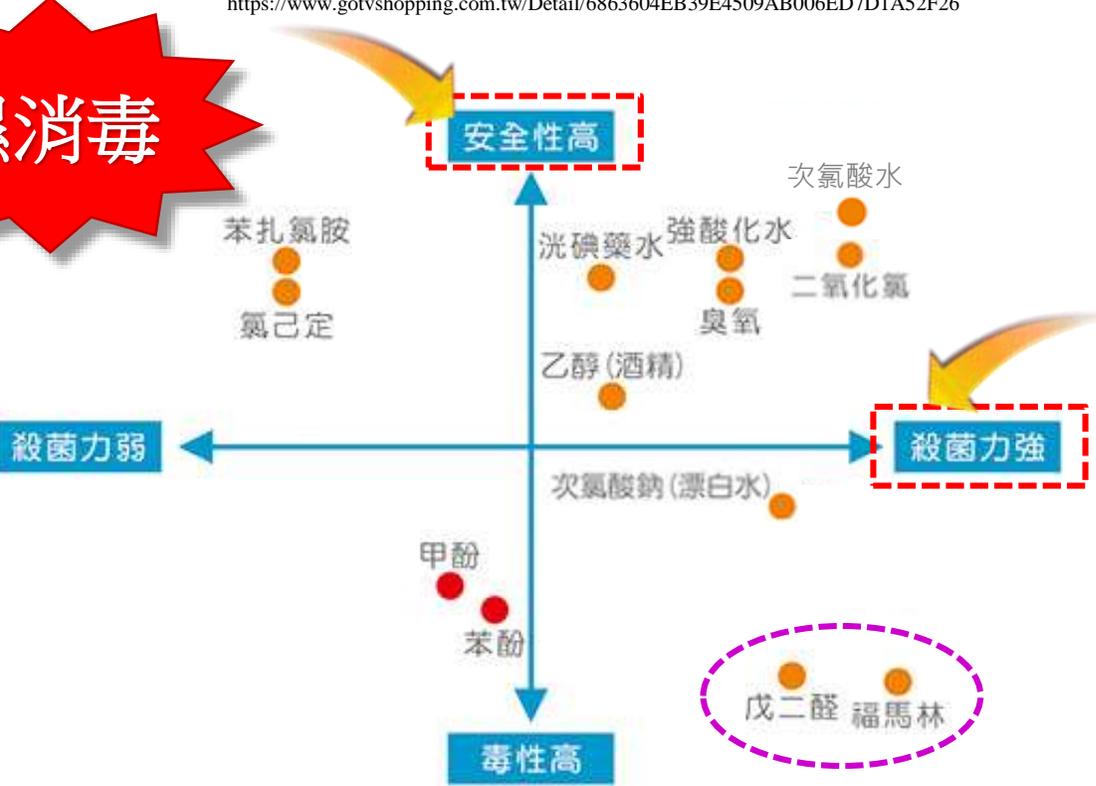
二氧化氯是一種強效性、非毒性的氧化劑。與菌類、病毒、孢子及真菌菌絲接觸，可快速破壞其代謝能力，甚至使其容易脫離生物體中的原生細胞。孢子菌 (Cryptosporidium) 及芽生菌 (Giardia) 的孢子殼能被破壞！除此之外，二氧化氯同時可應用在生物體的移除及破壞，使得病原體無法生長。

強力破壞

ClO2 與生物體細胞的有毒物反應，造成細胞運作中斷，直接與菌類和 RNA 反應，阻礙蛋白質的生成，另外細胞膜的蛋白質與脂肪成份改變，使菌類無法繁殖。

ClO2 失活後，會穿過其細胞壁，但失活後，方式則以不同方式，主要是與漂白劑 (Pectone) 反應，其具一種水溶性的物質，漂白劑漂白水將成無害的反應過程，所以二氧化氯失活後，其毒力主要靠防止其蛋白質的生成。

https://www.muchen.biz/products_detail/%E6%99%AE%E5%8A%9B600%E4%BA%8C%E6%B0%A7%E5%8C%96%E6%B0%AF%E9%8C%A0



<http://ator916.pixnet.net/blog/post/118954720-%E5%B1%85%E5%AE%B6%E6%B6%88%E6%AF%92%E5%88%A9%E5%99%A8-%E6%AC%A1%E6%B0%AF%E9%85%B8%E6%B0%B4> (改繪)

圖3-5 濕消毒必須同時兼顧消毒劑的殺菌力與安全性

https://www.muchen.biz/news_detail/12.htm



薰蒸消毒

圖3-6 空調箱、居家、學校、市場等場所薰蒸消毒系統之應用



左邊使用光奈米水鍍膜後，撥水效果超強
讓居家環境更乾爽，延緩細菌、黴菌、皂垢的產生

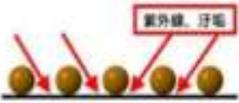
有鍍膜 無鍍膜 有鍍膜

成分：奈米二氧化矽(SiO₂)

鍍膜優點
沒有鍍膜

超強的撥水性、耐腐蝕、防酸雨、抗紫外線、
不產生油膜、不易附著灰塵、水垢和細菌

密度太大，紫外線、污垢容易在物體上
破壞物體表面



奈米鍍膜

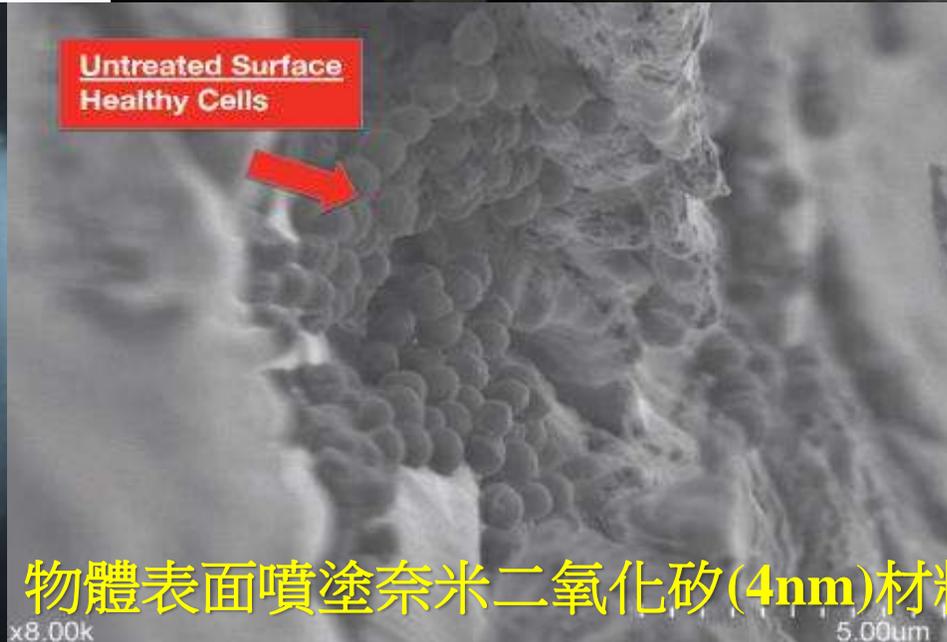
密度小，可以填補物體表面的細微小洞
形成保護膜，隔絕紫外線、污垢



自體消毒

由於「奈米級二氧化矽(SiO₂)」顆粒尺寸約為4nm(約與細胞的蛋白與脂質相當)，遠比一般病毒90~100nm為小，加以雜亂如針織狀的微結晶構造，讓沉降於該表面的微生物遭到立即的穿刺破壞而死亡並停止繁殖。好比人打赤腳走在荊棘或刀山上，會被割傷一樣的情形。

Untreated Surface
Healthy Cells



Coated Caspar Distraction Pin

Coated Surface
Dead Deflated Cells



圖3-7 物體表面噴塗奈米二氧化矽(4nm)材料進行自體消毒作用





乾消毒



消毒機器人



消毒機器人



AI消毒機器人

圖3-8 醫院與幼兒園等場所乾消毒系統(UVGI)之應用



淨水器

淨水壺

汽車淨化器

乾消毒

掃地機器人

牙刷淨化器

隨身淨化器

殺菌棒

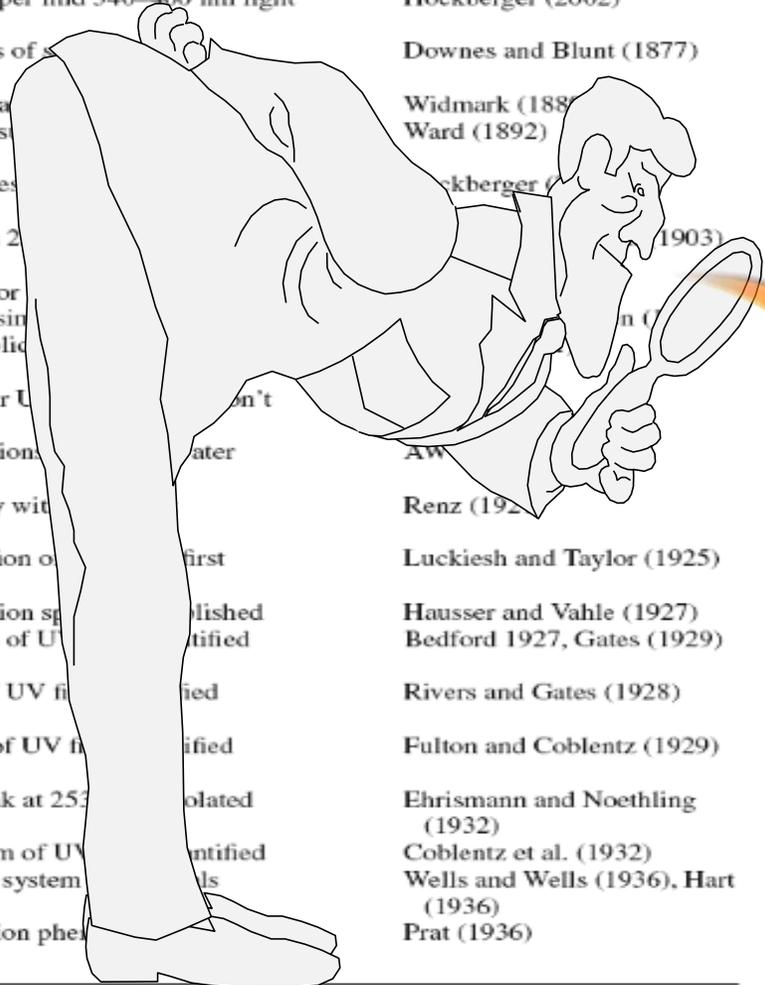
圖3-9 居家場所及隨身乾消毒系統(LED-UVC)之應用



◆以UVGI系統為例

表3-2 紫外線歷史中關鍵事件的年表

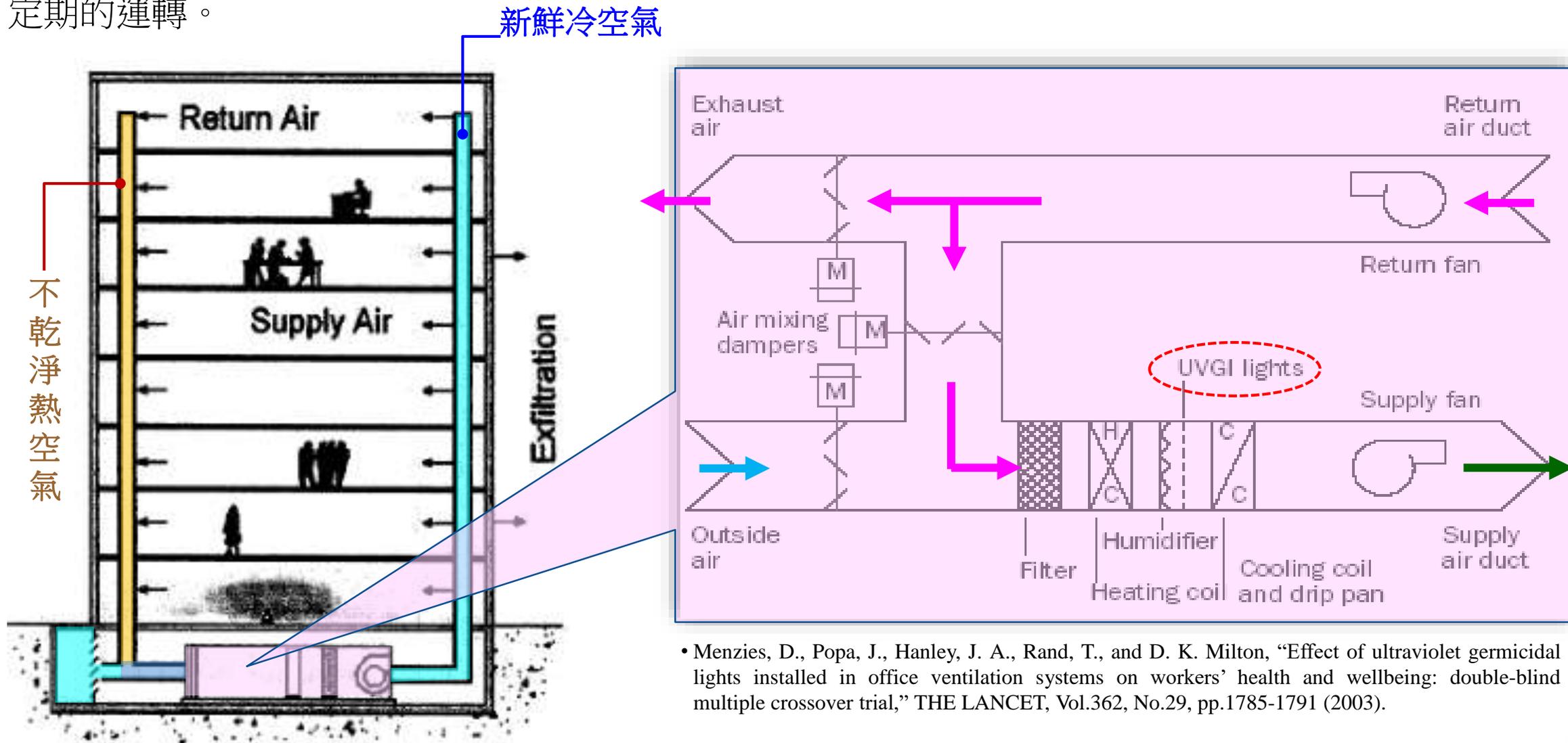
Year	Event	Reference
1814	Fraunhofer maps spectral bands of sunlight	Hockberger (2002)
1835	Wheatstone invents first mercury vapor arc lamp	Hockberger (2002)
1850	Stokes invents quartz arc lamp that produces to 185 nm	Hockberger (2002)
1842	Becquerel and Draper find 340–400 nm light photoreactive	Hockberger (2002)
1877	Bactericidal effects of sunlight first demonstrated	Downes and Blunt (1877)
1889	UV light demonstrated to be biocidal	Widmark (1889)
1892	UV component of sunlight demonstrated to be biocidal	Ward (1892)
1892	Geissler demonstrates that UV light is biocidal to <i>B. typhosus</i>	Hockberger (2002)
1903	UV spectrum from 200 to 400 nm determined to be germicidal	Ward (1903)
1904	First quartz lamp for germicidal use	Ward (1904)
1906	UV first used to disinfect water	Ward (1906)
1909	First European application of UV for disinfection	Ward (1909)
1912	Henri found shorter UV wavelengths didn't penetrate water	Ward (1912)
1916	First USA application of UV for disinfection	Ward (1916)
1921	UV photoreactivity with DNA first demonstrated	Renz (1921)
1925	UV photodegradation of DNA first demonstrated	Luckiesh and Taylor (1925)
1927	First erythematolysis spectrum published	Hausser and Vahle (1927)
1927	Bactericidal action of UV light scientifically identified	Bedford 1927, Gates (1929)
1928	Virucidal action of UV light scientifically identified	Rivers and Gates (1928)
1929	Fungicidal action of UV light scientifically identified	Fulton and Coblentz (1929)
1932	UV germicidal peak at 253.7 nm isolated	Ehrismann and Noethling (1932)
1932	Erythematolysis spectrum of UV light scientifically identified	Coblentz et al. (1932)
1936	First overhead UV system installed	Wells and Wells (1936), Hart (1936)
1936	UV photoreactivation phenomenon scientifically identified	Prat (1936)



Year	Event	Reference
1937	First upper air application in schools	Wells (1938)
1938	First fluorescent gas discharge UV lamp	Whitby and Scheible (2004)
1940	UV first applied to air conditioning systems	Rentschler and Nagy (1940)
1942	First UV air disinfection sizing guidelines	Luckiesh and Holladay (1942)
1942	Upper and lower UV applied to Army/Navy barracks	Wells et al. (1942)
1950	First catalog sizing methods	Buttolph and Haynes (1950)
1954	First air conditioner application	Harstad et al. (1954)
1954	Faulty British study concludes UV is ineffective	MRC (1954)
1957	Riley proves effectiveness of UV for TB control	Riley et al. (1957)
1974	First microbial growth control systems	Grun and Pitz (1974)
1985	Cooling coil UV systems in use in European breweries	Philips (1985)
1994	CDC acknowledges UV effectiveness for TB control	CDC (2005)
1996	First cooling coil irradiation system in US	Scheir (2000)
1997	First UV light emitting diodes (LEDs) at 265 nm	Guha and Bojarczuk (1998)
1999	WHO recommends UVGI for TB control	WHO (1999)
2000	US army recommends UVGI for disease isolation	USACE (2000)
2003	CDC formally sanctions UVGI use in hospitals	CDC (2003)
2003	FEMA sanctions UVGI as a biodefense option for buildings	FEMA (2003)
2003	First in-duct UVGI system demonstrated to reduce illness symptoms and airborne contamination	Menzies et al. (2003)
2003	ASHRAE forms UV air and surface treatment committee	Martin et al. (2008)
2005	Federal government specifies UV for cooling coil disinfection	GSA (2003)
2007	Overhead UV system proven to reduce SSIs in ORs	Ritter et al. (2007)



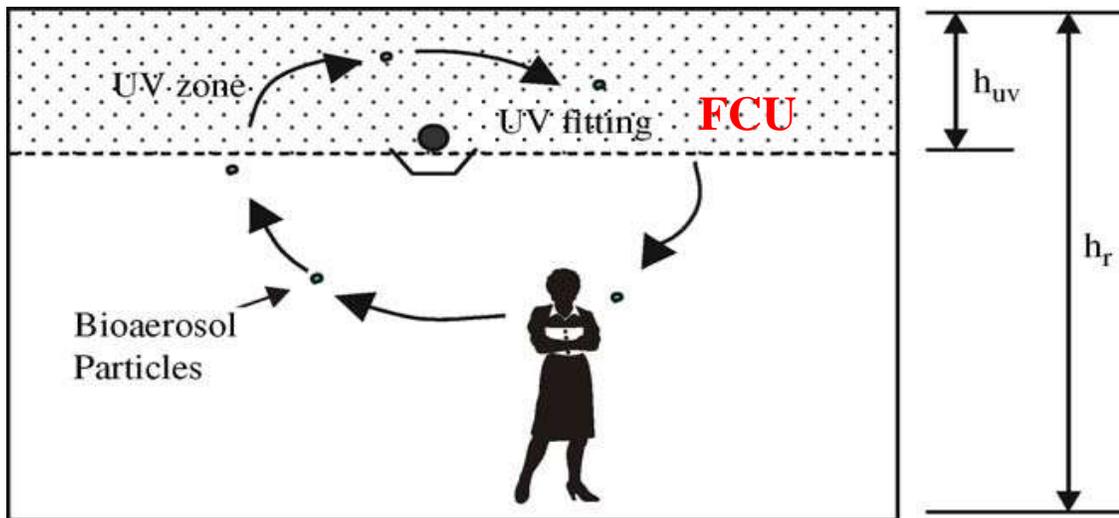
- 具有「中央空調系統(Central air conditioning system)」之建築物，「免疫建築(IB)」或「建康建築(HB)」的達成，其主要的關鍵即在於是否設置有效的中央空調系統空調箱淨化設備，並使其正常且定期的運轉。



• Menzies, D., Popa, J., Hanley, J. A., Rand, T., and D. K. Milton, "Effect of ultraviolet germicidal lights installed in office ventilation systems on workers' health and wellbeing: double-blind multiple crossover trial," THE LANCET, Vol.362, No.29, pp.1785-1791 (2003).

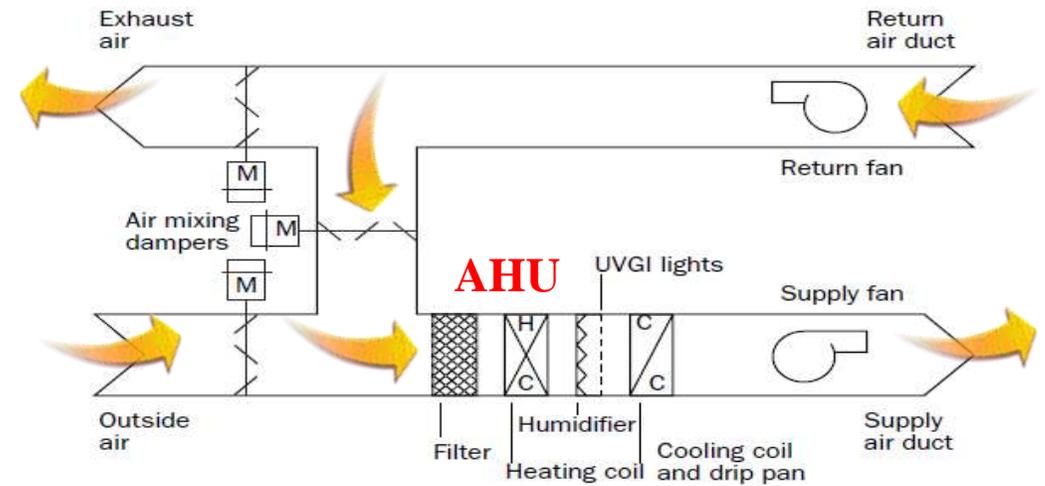
圖3-10 中央空調系統空調箱設置UVGI循環示意圖





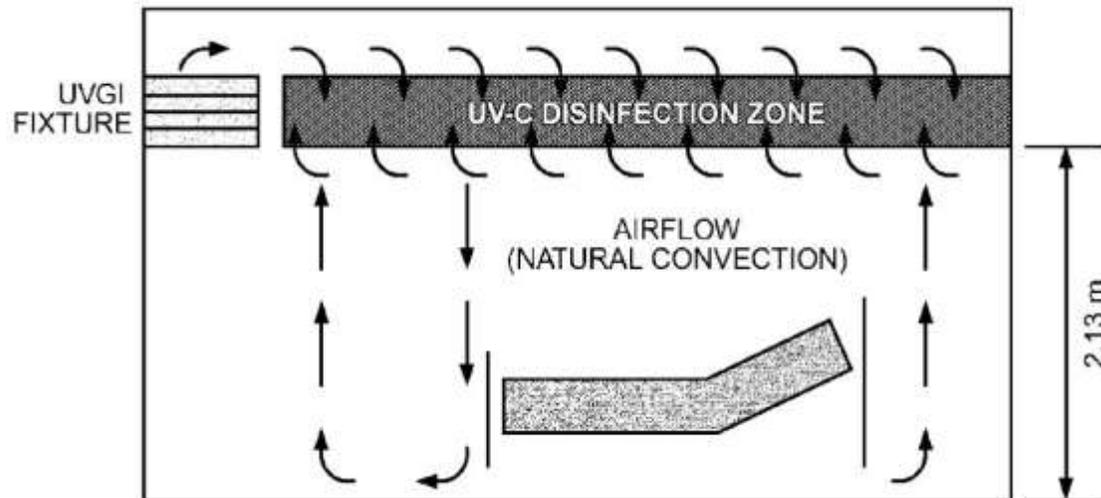
- Beggs, C. B., Noakes, C. J., Sleigh, P. A., Fletcher, L. A., and K. G. Kerr, "Methodology for Determining the Susceptibility of Airborne Microorganisms to Irradiation by An Upper-room UVGI System," Journal of Aerosol Science, Vol. 37, pp.885-902(2006).

圖3-11 上層空間UVGI系統示意圖



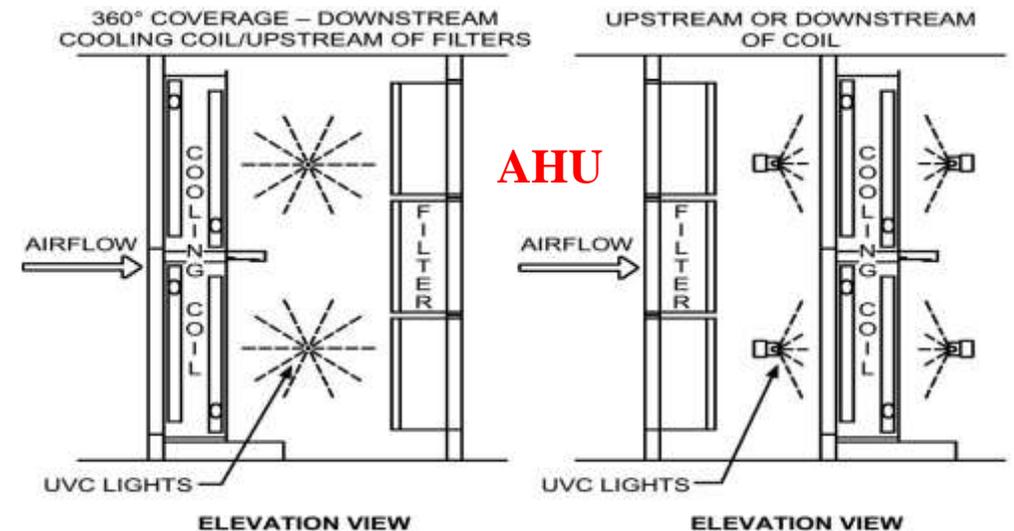
- Menzies, D., Popa, J., Hanley, J. A., Rand, T., and D. K. Milton, "Effect of ultraviolet germicidal lights installed in office ventilation systems on workers' health and wellbeing: double-blind multiple crossover trial," THE LANCET, Vol.362, No.29, pp.1785-1791 (2003).

圖3-13 UVGI應用於HVAC示意圖



- Brickner, P. W., Vincent, R. L., First, M., Nardell, E., Murry, M., and W. Kaufman, "The Application of Ultraviolet Germicidal Irradiation to Control Transmission of Airborne Disease: Bioterrorism Countermeasure," Public Health Reports, Vol. 118, pp.99-114 (2003).

圖3-12 醫院病房應用上層空間UVGI系統示意圖



- ASHRAE Technical Committees, GENERAL APPLICATIONS-Chapter 60 Ultraviolet Air and Surface Treatment (TC 2.9, Ultraviolet Air and Surface Treatment), 2011 ASHRAE HANDBOOK, HVAC Application, S1 Edition (2011).

圖3-14 UVGI空調箱內淨化佈設之方式



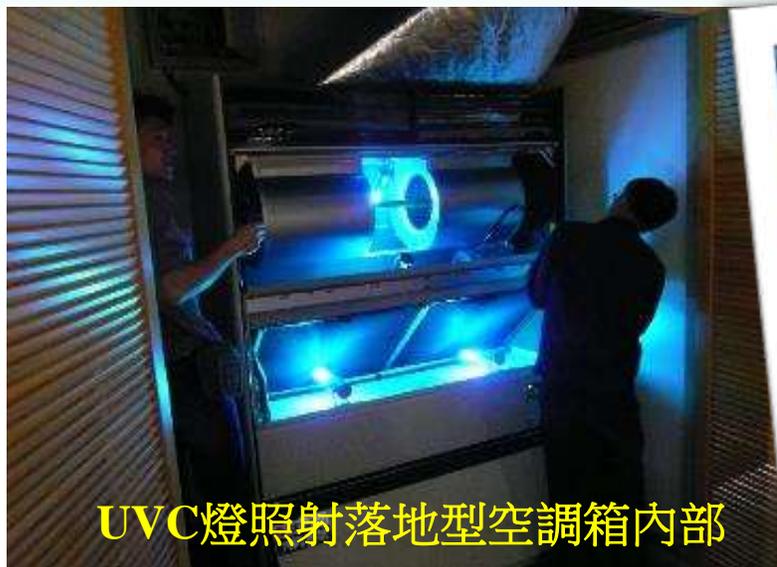
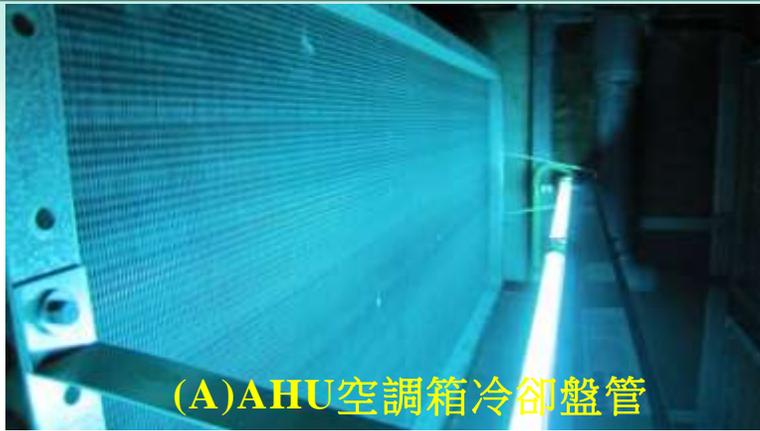
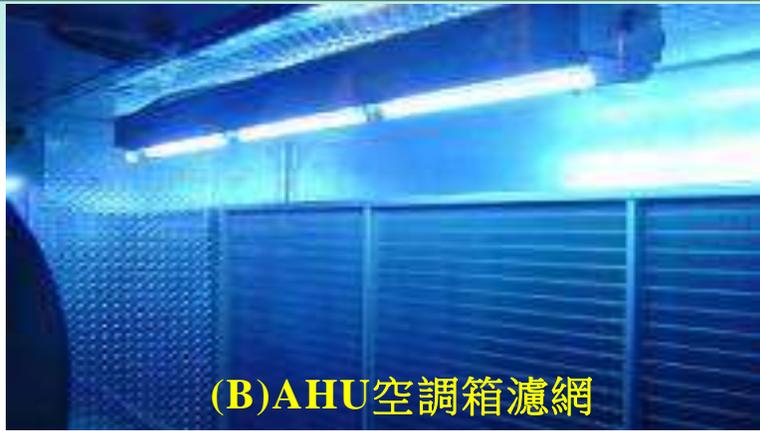


圖3-15 中央空調系統空調箱內部設置UVGI淨化設備





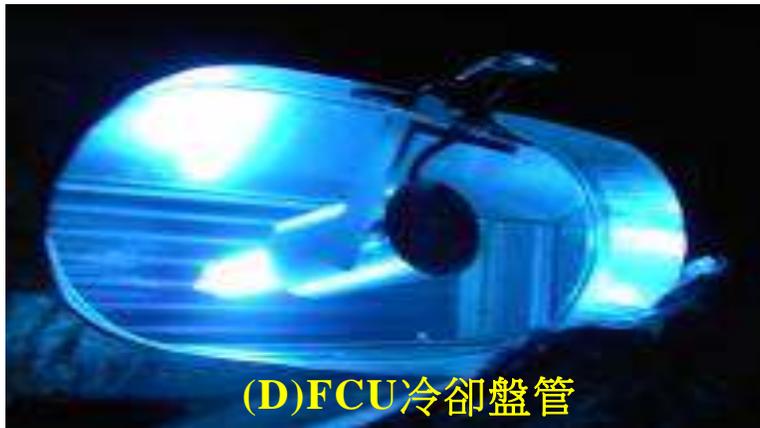
(A)AHU空調箱冷卻盤管



(B)AHU空調箱濾網



(C)AHU空調箱風機



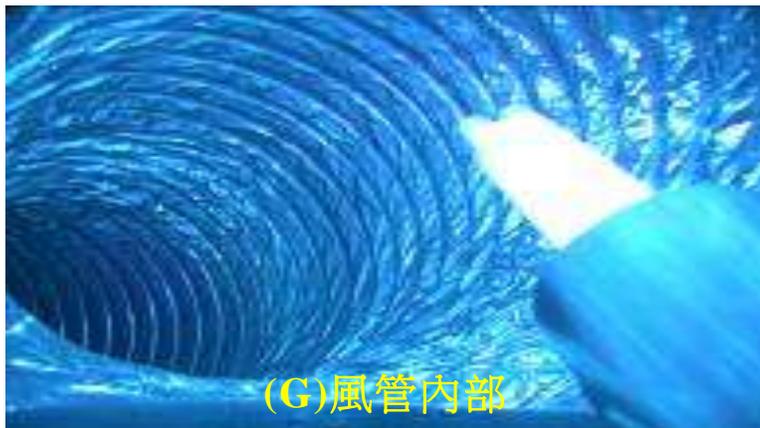
(D)FCU冷卻盤管



(E)FCU外部



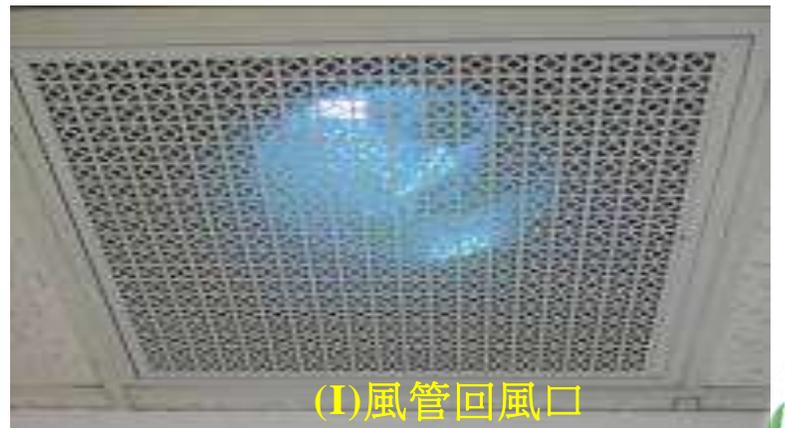
(F)天花板內部



(G)風管內部



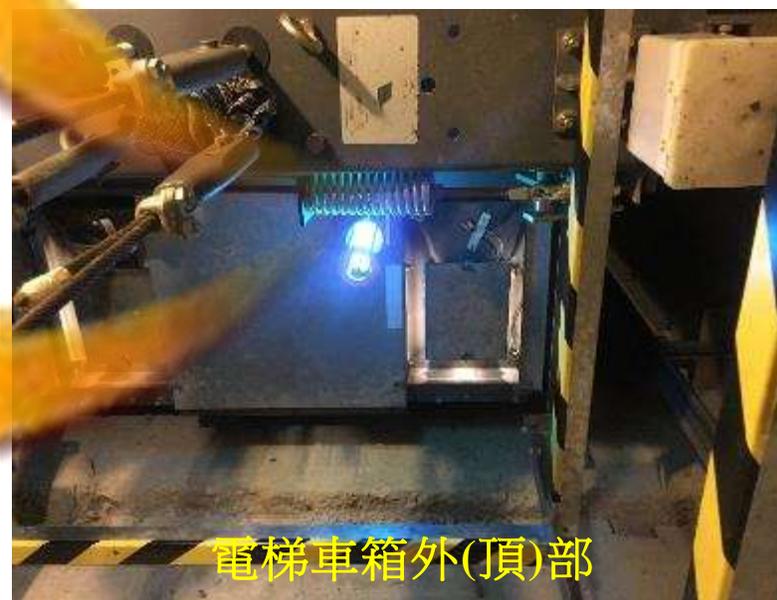
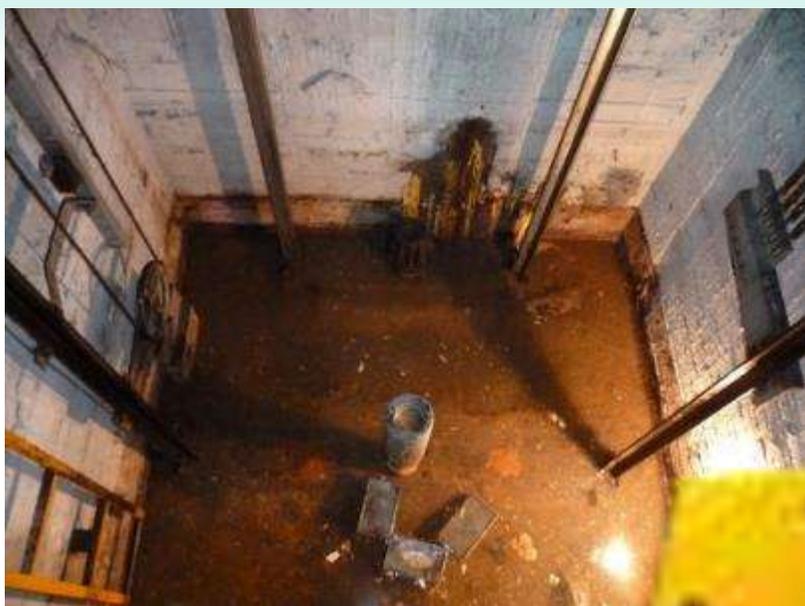
(H)風管出風口



(I)風管回風口

圖3-16 UVGI佈設於空調箱、風管以及出回風口內部之照射情形





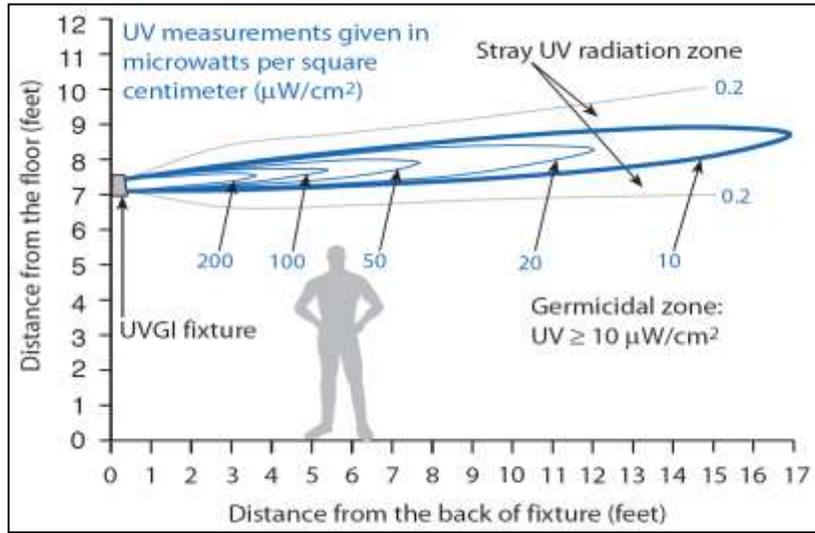
電梯車箱外(頂)部

電梯車箱內部

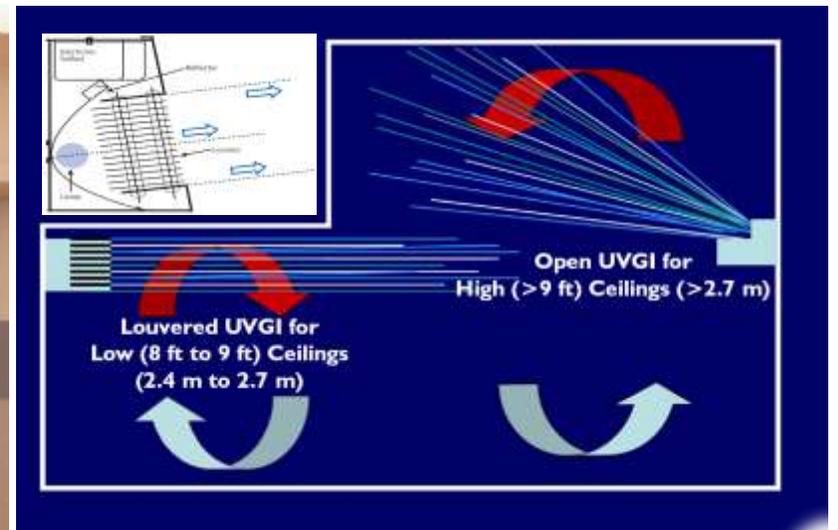
圖3-17 UVGI佈設於電梯井內、外之照射情形



• 根據美國政府工業衛生會議（The American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH）的建議，以每天正常的8小時工作，在254nm的輻射量應小於或等於 $0.2\mu\text{W}/\text{cm}^2$



• Boyce, P., Controlling Tuberculosis Transmission with Ultraviolet Irradiation, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute (2003).



• 23.Martin Jr., S. B., Dunn, C., Freihaut, J. D., Bahnfleth, W. P., Lau, J., and A. N., Davidovic, "Ultraviolet Germicidal Irradiation Current Best Practices, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., pp.28-36 (2008).

圖3-18 天花板設置UVGI間接照射淨化系統



圖3-19 辦公室空間視需求設置移動式空氣清淨機



◆ UVGI應用案例介紹



圖3-20 場址大廳(含：掛號批價處、領藥處、穿堂)平面圖



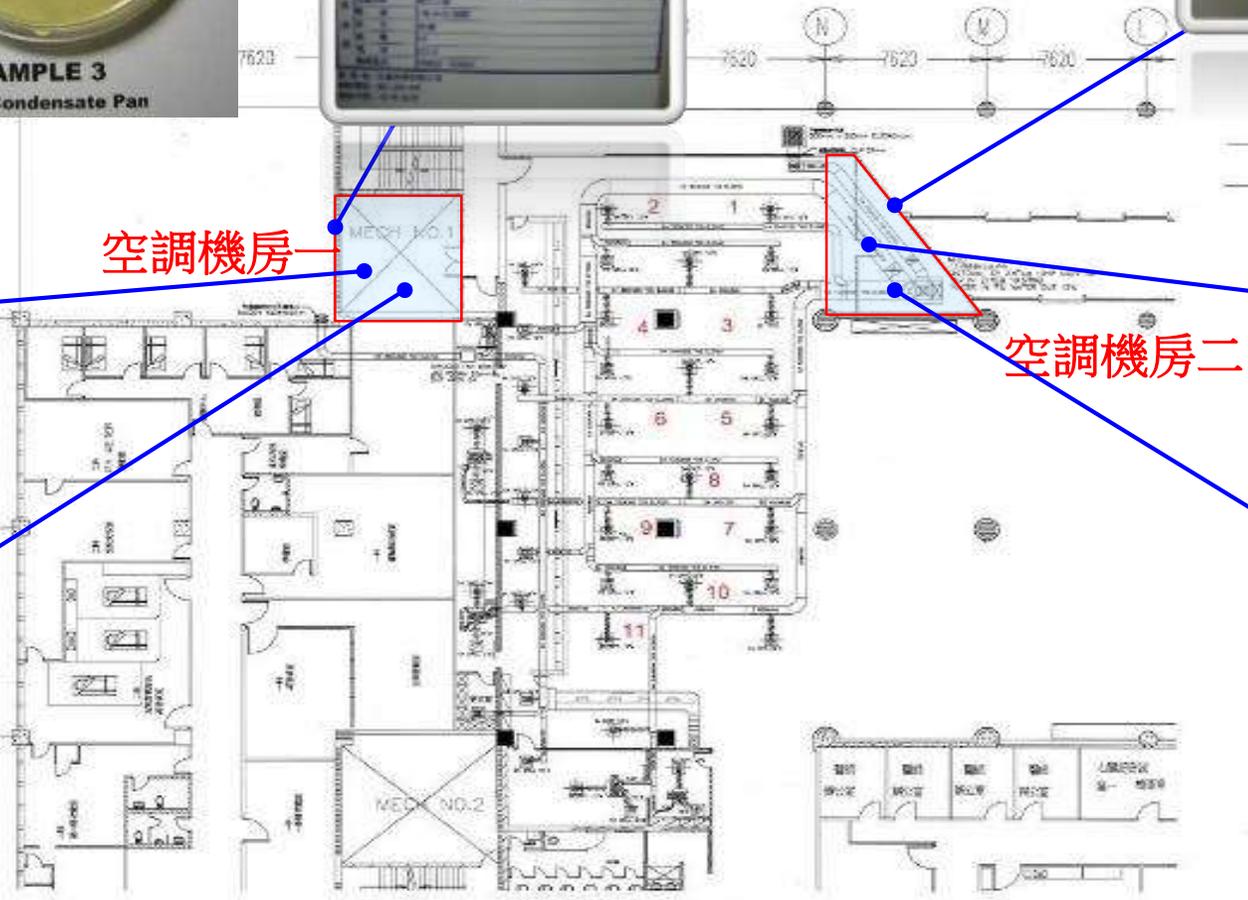


AHU-10	
設備名稱	醫學大樓 10 大廳
設備型號	
設備位置	
設備狀態	
設備負責人	
設備檢修日期	
設備檢修內容	
設備檢修人員	
設備檢修時間	
設備檢修費用	
設備檢修備註	

AHU-掛號櫃檯	
設備名稱	
設備型號	
設備位置	
設備狀態	
設備負責人	
設備檢修日期	
設備檢修內容	
設備檢修人員	
設備檢修時間	
設備檢修費用	
設備檢修備註	



空調機房



空調機房二



圖3-21 場址大廳中央空調配置圖



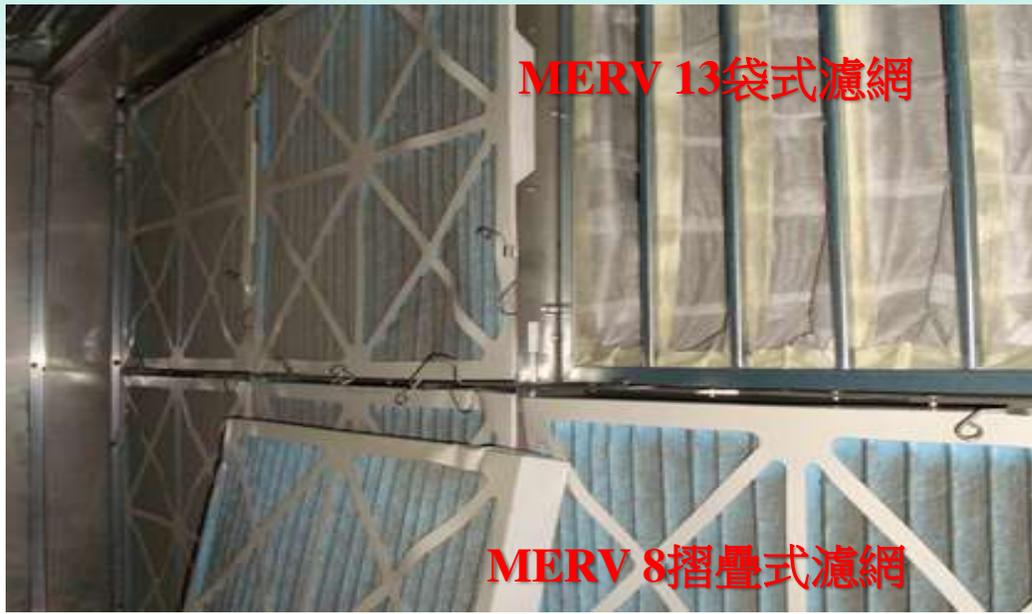


圖3-22 場址採用UVGI系統結合袋式濾網之空調箱淨化系統





圖3-23 醫院進行空氣品質之檢測情形



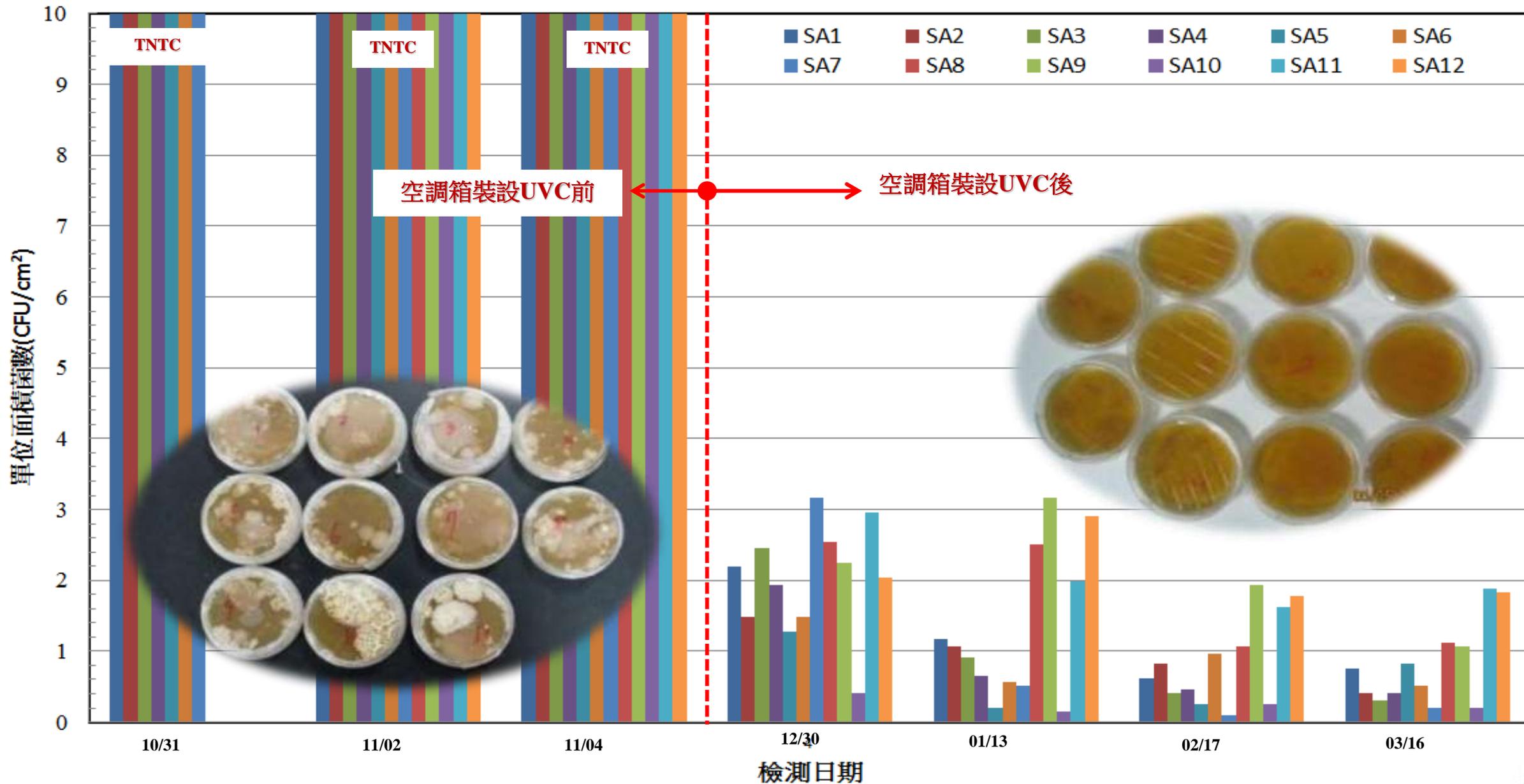


圖3-24 UVGI淨化系統前後空調出風口內部表面單位面積細菌數檢測結果



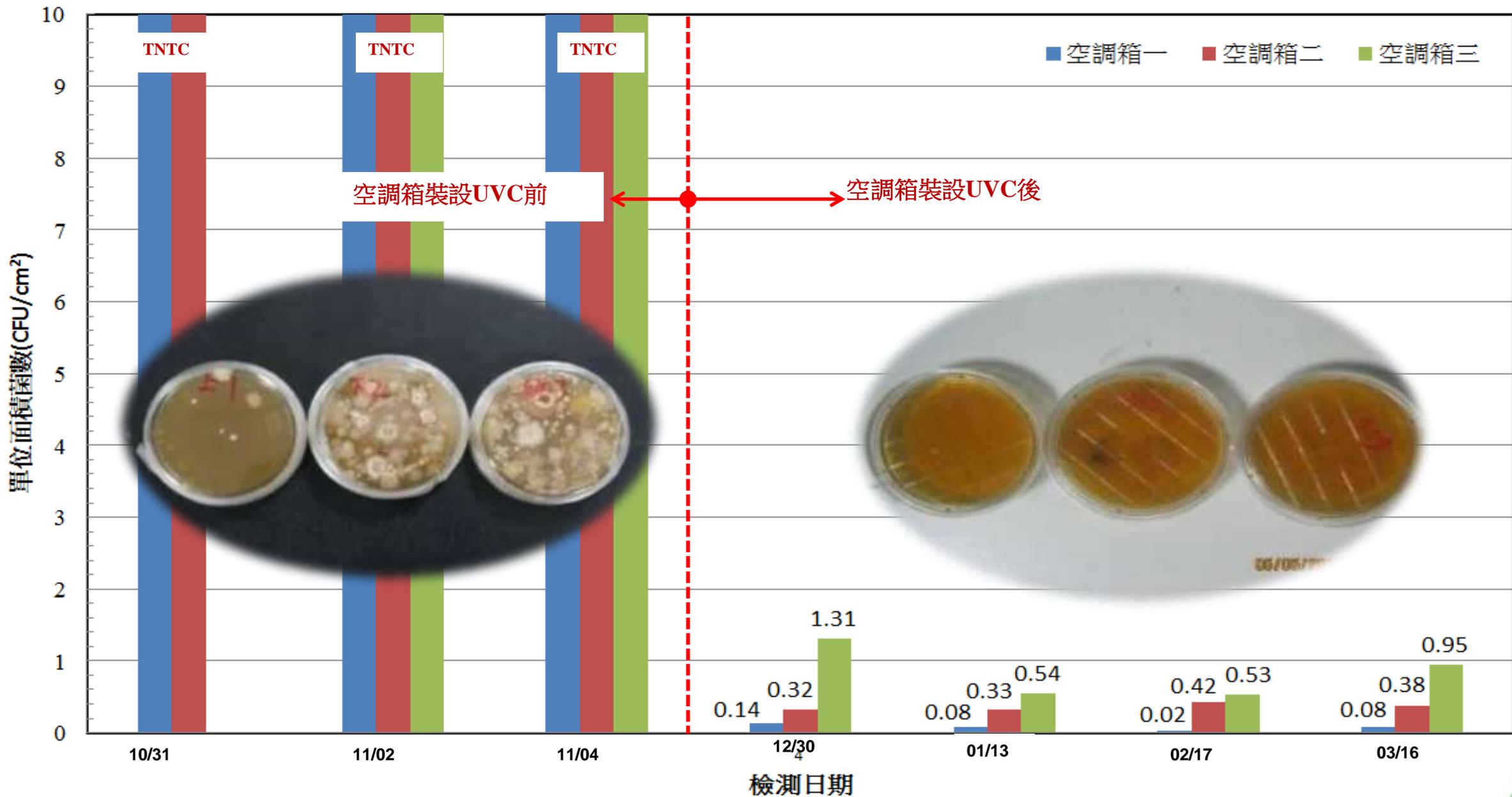


圖3-25 UVGI淨化系統前後空調箱內部表面單位面積細菌數檢測結果



肆、UVC可否殺滅COVID-19

- ◇ DNA與RNA的光吸收特性
- ◇ 殺滅冠狀病毒(Coronavirus)的研究



◇ DNA與RNA的光吸收特性

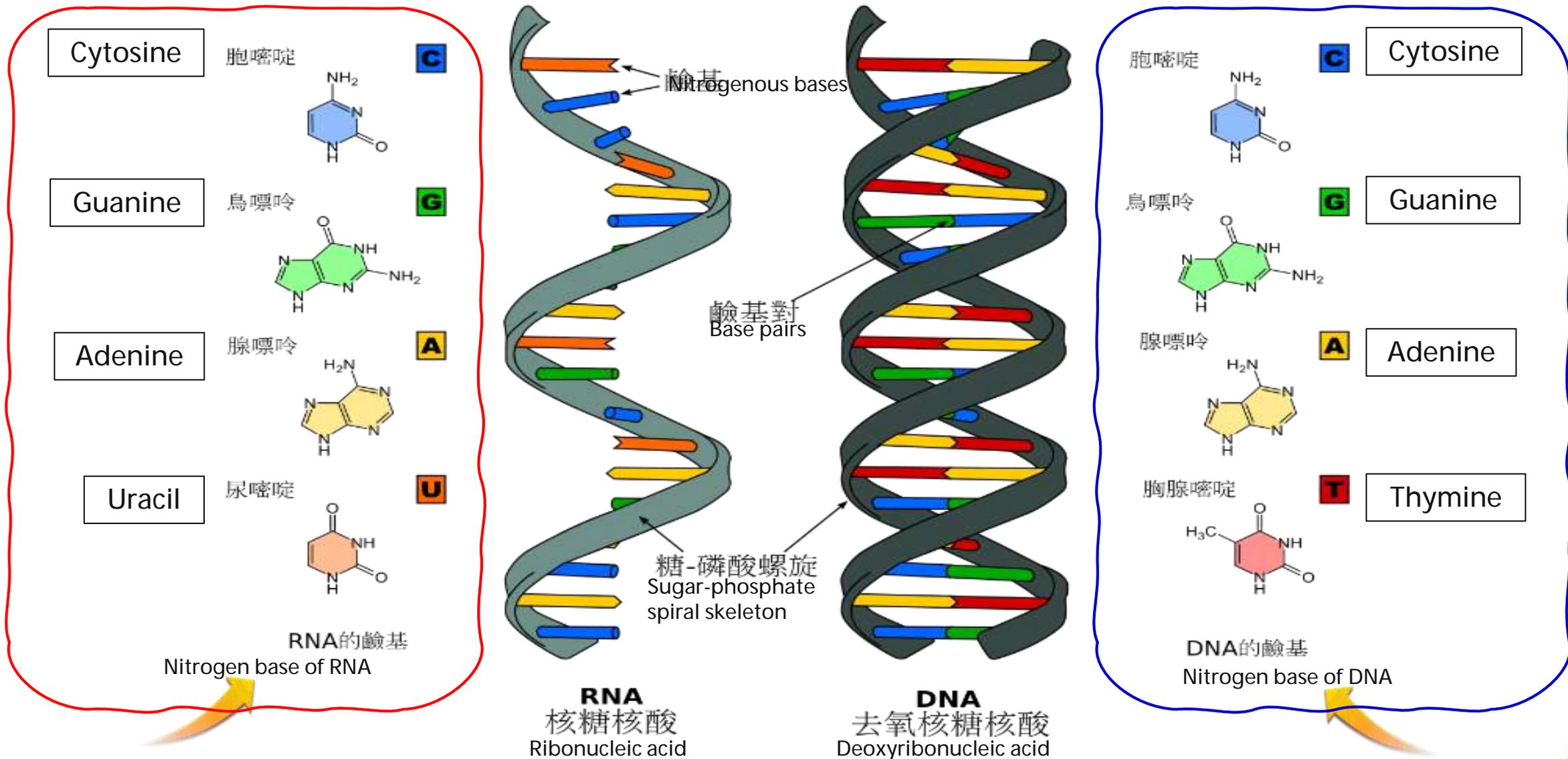
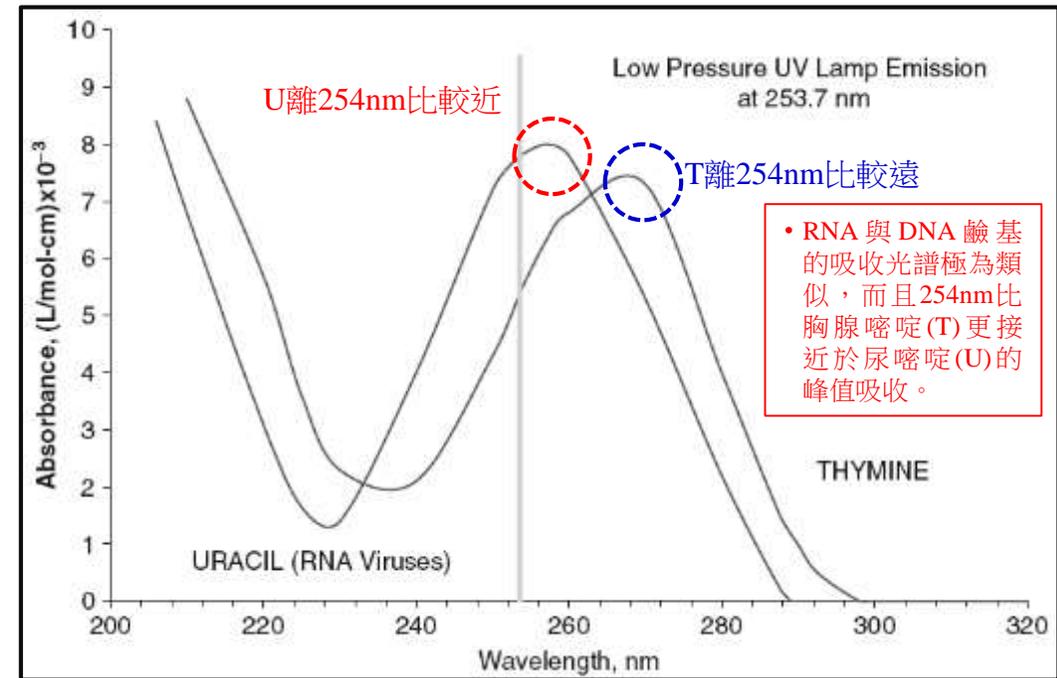
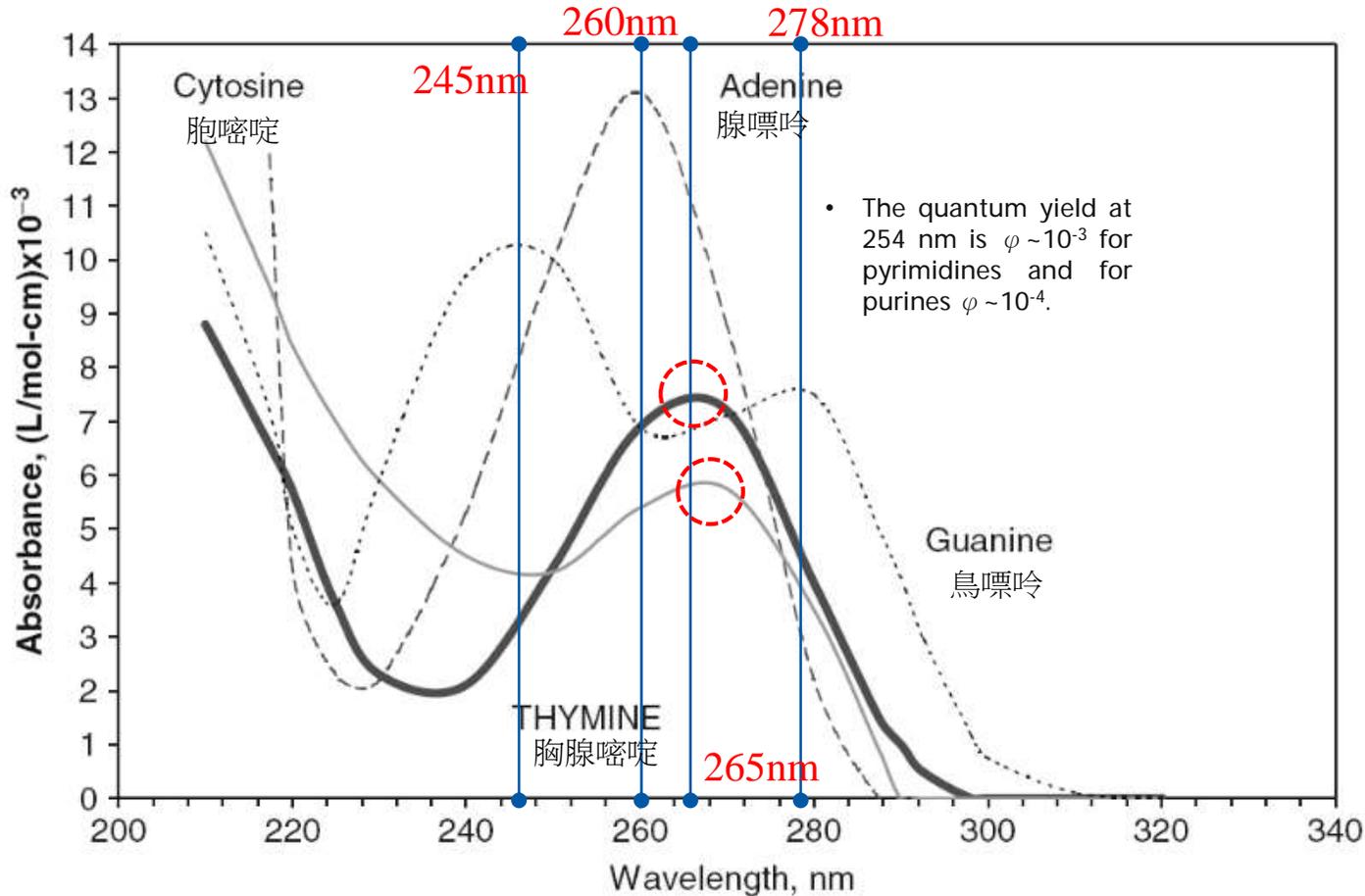


圖4-1 DNA和RNA的組成與結構示意圖



表4-1 紫外線波段之類型

Band	Wavelength, nm	Type and classification		
UVA	320–400	Non-germicidal (Near-UV, Blacklight)		
UVB	280–320	Erythematous	Germicidal	Actinic
UVC	200–280	Ozone-producing		
VUV	100–200	Vacuum ultraviolet		



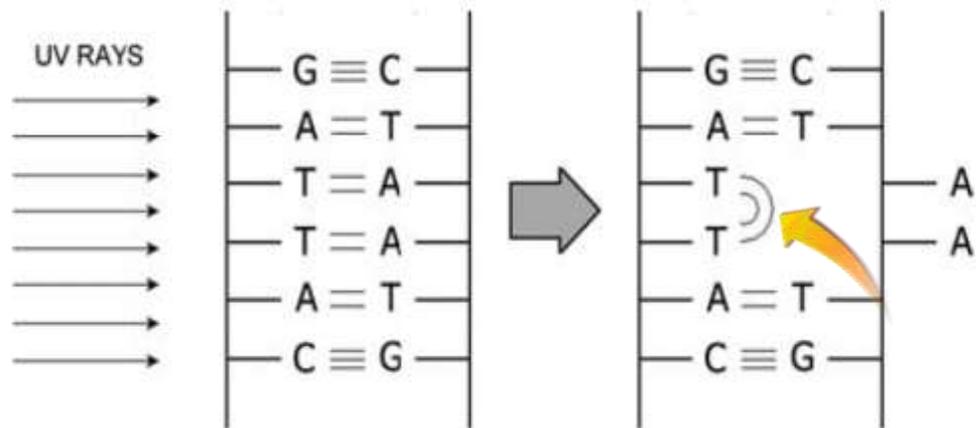
- 四個DNA鹼基的吸收光譜，其在UVC帶中具有峰值的產生，並且還在220nm以下的VUV範圍內。胸腺嘧啶(T)和胞嘧啶(C)在265nm附近都具有強峰。
- 嘧啶(胸腺嘧啶、胞嘧啶和尿嘧啶)吸收的紫外線比嘌呤多10倍。

- 對付DNA以265nm有較佳吸收峰。
- 對付RNA以254nm有較佳吸收峰。

• Kowalski, W. J., Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook - UVGI for Air and Surface Disinfection, Springer, New York (2009).

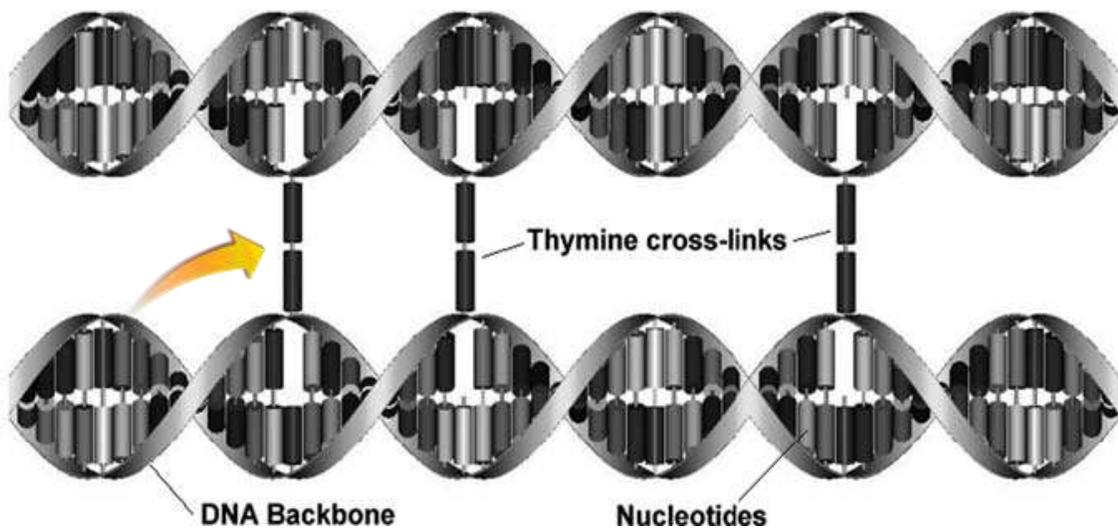
圖4-2 四種主要核苷酸(A-T-C-G或U)的UV吸收反應譜





相鄰內部交聯優先 > 鄰近內部交聯優先 > 交錯內部交聯優先

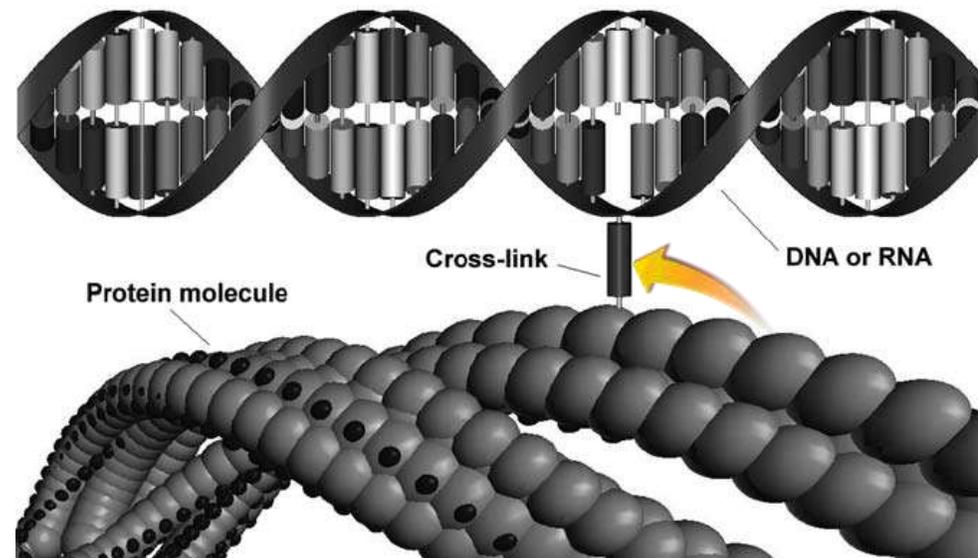
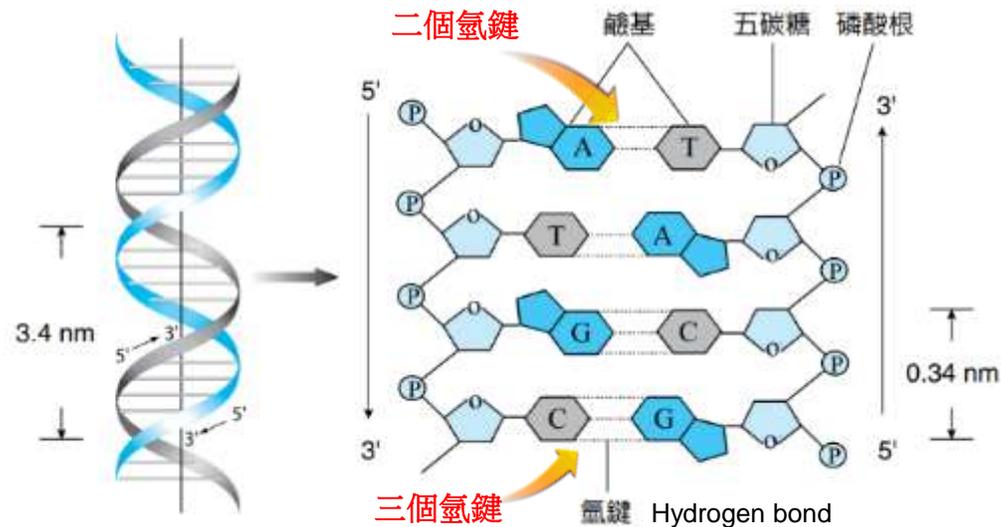
(a) 相鄰胸腺嘧啶二聚體的內部交聯



當外部交聯更為有利於內部交聯時，則產生外部交聯

(b) 非相鄰胸腺嘧啶二聚體的外部交聯

圖4-3 UV對DNA形成「T=T」的交聯型態



以280nm為主的光吸收度或光密度的交聯型態

圖4-4 UV對DNA形成胸腺嘧啶與蛋白質交聯的型式

• Kowalski, W. J., Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook - UVGI for Air and Surface Disinfection, Springer, New York (2009).

表4-2 消滅有機微生物對UVGI劑量($\mu W \times sec/cm^2$)的要求

細菌 Bacteria0		細菌 Bacteria	
Agrobacterium tumefaciens農桿菌(細菌性腫瘤病菌)	8,500	Streptococcus faecalis 不溶血性鏈球菌	10,000
Bacillus anthracis炭疽桿菌	8,700	Streptococcus hemolyticus 溶血性鏈球菌	5,500
Bacillus mrgaterium(vegetative)細小芽孢桿菌(植物生長狀)	2,500	Streptococcus lactis 乳酸鏈球菌	8,800
Bacillus mrgaterium(spore) 細小芽孢桿菌(孢子狀)	52,000	Streptococcus viridans 草綠色鏈球菌	3,800
Bacillus subtilis(vegetative)枯草菌(植物生長狀)	11,000	Vibrio cholerae 霍亂弧菌	6,500
Bacillus subtilis(spore)枯草菌(孢子狀)	58,000	孢子類型 Mold Spore	
Clostridium tetani破傷風桿菌	22,000	Aspergillus flavus(yellowish green)黃麴毒素	99,000
Corynebacterium diptheriae白喉桿菌	6,500	Aspergillus glaucus(bluish green)青黴菌	88,000
Echerichia coli大腸埃希氏桿菌	7,000	Aspergillus niger(black)黑黴	330,000
Legionella bozimanii退伍軍人桿菌屬	3,500	Mucor ramosissimus(white gray)分岐白黴菌	35,200
Legionella dumoffii退伍軍人桿菌屬	5,500	Penicillium digitatum(olive)綠黴	88,000
Legionella gormanii退伍軍人桿菌屬	4,900	Penicillium expansum(olive)黴菌	22,000
Legionella micdadei退伍軍人桿菌屬	3,100	Penicillium roqueforti(green)黴菌	26,400
Legionella longbeachae退伍軍人桿菌屬	2,900	Rhizopus nigricans(black)黑根黴	220,000
Legionella pneumophila退伍軍人桿菌屬嗜肺性	3,800	藻類Algae	
Legionella interrogans(infectious jaundice)退伍軍人桿菌屬黃疸感染性	6,000	Chlorella vulgaris (algae)綠球藻	22,000
Mycobacterium tuberculosis肺結核分支桿菌	10,000	原生動物Protozoa	
Neisseria catarrhais奈瑟氏雙球菌屬鼻黏膜炎性	8,500	Nematode eggs線蟲卵	92,000
Proteus vulgaris變形桿菌屬	6,600	Paramecium草履蟲	200,000
Pseudomonas aeruginosa(laboratory strain)綠膿桿菌	3,900	病毒Virus	
Pseudomonas aeruginosa (environmental strain) 綠膿桿菌	10,500	Bacteriophage(E.coli)噬菌體	6,600
Rhodospirillum rubrum紅螺旋菌	6,200	Hepatitis virus肝炎病毒	8,000
Salmonella enteritidis沙門氏桿菌腸炎菌株	7,600	Influenza virus流感病毒	6,600
Salmonella paratyphi (Enteric fever)沙門氏桿菌副傷寒菌株	6,100	Poliovirus小兒麻痺病毒	21,000
Salmonella typhimurium沙門氏桿菌血清型	15,200	Rotavirus輪狀病毒	24,000
Salmonella typhosa(Typhoid fever)沙門氏桿菌傷寒菌株	6,000	Tobacco mosaic virus菸草嵌紋病毒	440,000
Sarcina lutea藤黃八疊球菌	26,400	Virus of Infectious Hepatitis 傳染性肝炎病毒	8,000
Serratia marcescens黏質沙雷氏菌	6,200	酵母菌Yeast	
Shigella dysenteriae(Dysentery)痢疾桿菌A群	4,200	Baker's yeast 麵包酵母菌	8,800
Shigella flexneri (Dysentery) 痢疾桿菌B群	3,400	Brewer's yeast 啤酒酵母	6,600
Shigella sonnei 痢疾桿菌D群	7,000	Common yeast cake 一般麵酵母菌	13,200
Staphylococcus epidermidis 表皮葡萄球菌	5,800	Saccharomyces ellipsoideus 葡萄酒酵母	13,200

差距
50
倍

◇殺滅冠狀病毒(Coronavirus)的研究

1. Miriam et al. (2004)

在輻射強度 $4,016\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (距離燈管表面3公分)照射 SARS-CoV型冠狀病毒，1分鐘即可使其產生部分的失活(Inactivation)，6分鐘可讓病毒減少400倍(約 $4,016 \times 6 \times 60 = 1,445,760\mu\text{Ws}/\text{cm}^2 = 14,458\text{ J}/\text{m}^2$ 劑量)的數量。但要使病毒被完全失活至偵測極限(Detection limit)，則要照射15分鐘($4,016 \times 15 \times 60 = \underline{3,614,400\mu\text{Ws}/\text{cm}^2} = 36,144\text{J}/\text{m}^2$ 的致死劑量)。



2. Duan et al. (2003)

在輻射強度 $>90\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (距離燈管表面80公分)照射「SARS-CoV型冠狀病毒」，60分鐘即可使其失活(約 $90 \times 60 \times 60 = \underline{324,000\mu\text{Ws}/\text{cm}^2} = 3,240\text{J}/\text{m}^2$ 的致死劑量)。

- Duan, S.-M., Zhao, X.-S., Wen, R.-F., Liang, J.-J., Pi, G.-H., Zhang, S.-X., Han, J., Bi, S.-L., Ruan, L., Dong, X.-P., and SARS Research Team, 2003. Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. Biomed. Environ. Sci. 16, 246–255.
- UVC深紫外線殺滅新型冠狀病毒劑量的調研綜述，網址：
<http://www.hangjianet.com/app/share/topicDetail?id=1580951444765&type=android&v=54&shareType=wxsession&uid=15179328044230000&from=singlemessage>

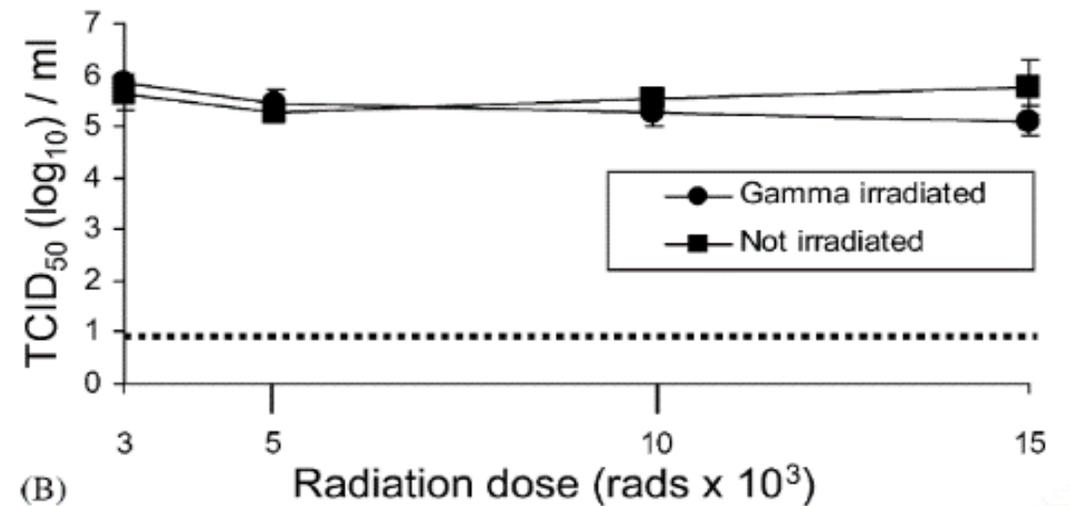
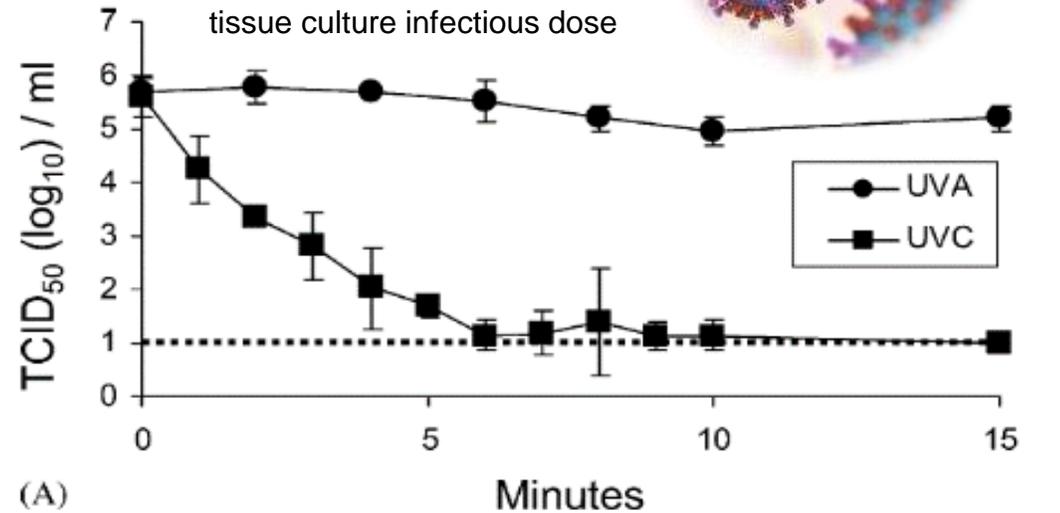
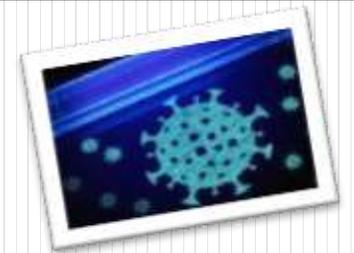


圖4-5 輻射對SARS-CoV傳染性的影響



• 哥倫比亞大學證實，遠紫外線可以安全地殺死飛機上99.9%的冠狀病毒

<https://scitechdaily.com/far-uv-c-light-safely-kills-99-9-of-airborne-coronaviruses/>



Far-UVC Light Safely Kills 99.9% of Airborne Coronaviruses

[Columbia University Irving Medical Center](#)[COVID-19](#)[Infectious Diseases](#)[Popular](#)[Public Health](#)[Virology](#)

More than 99.9% of seasonal coronaviruses present in airborne droplets were killed when exposed to a particular wavelength of ultraviolet light that is safe to use around humans, a new study at COLUMBIA UNIVERSITY Irving Medical Center has found.

“Based on our results, continuous airborne disinfection with far-UVC light at the current regulatory limit could greatly reduce the level of airborne virus in indoor environments occupied by people,” says the study’s lead author David Brenner, PhD, Higgins Professor of Radiation Biophysics at Columbia University Vagelos College of Physicians and Surgeons and director of the Center for Radiological Research at Columbia University Irving Medical Center.

The research was published on June 24, 2020, in *Scientific Reports*.

Background

Conventional germicidal UVC light (254 nm wavelength) can be used to disinfect unoccupied spaces such as empty hospital rooms or empty subway cars, but direct exposure to these conventional UV lamps is not possible in occupied public spaces, as this could be a health hazard.

To continuously and safely disinfect occupied indoor areas, researchers at Columbia University Irving Medical Center have been investigating far-UVC light (222 nm wavelength). Far-UVC light cannot penetrate the tear layer of the eye or the outer dead-cell layer of skin so it cannot reach or damage living cells in the body.

The researchers had previously shown that far-UVC light can safely kill airborne influenza viruses.

The new paper extends their research to seasonal coronaviruses, which are structurally similar to the SARS-CoV-2 virus that causes

Study details

In the study, the researchers used a misting device to aerosolize two common coronaviruses. The aerosols containing coronavirus were then flowed through the air in front of a far-UVC lamp. After exposure to far-UVC light, the researchers tested to see how many of the viruses were still alive.

The researchers found that more than 99.9% of the exposed virus had been killed by a very low exposure to far-UVC light.

Based on their results, the researchers estimate that continuous exposure to far-UVC light at the current regulatory limit would kill 90% of airborne viruses in about 8 minutes, 95% in about 11 minutes, 99% in about 16 minutes, and 99.9% in about 25 minutes.

Using far-UVC light in occupied indoor spaces

The sensitivity of the coronaviruses to far-UVC light suggests that it may be feasible and safe to use overhead far-UVC lamps in occupied indoor public places to markedly reduce the risk of person-to-person transmission of coronaviruses, as well as other viruses such as influenza.

Ongoing studies in SARS-CoV-2

In a separate ongoing study, the researchers are testing the efficacy of far-UVC light against airborne SARS-CoV-2. Preliminary data suggest that far-UVC light is just as effective at killing SARS-CoV-2.

“Far-UVC light doesn’t really discriminate between coronavirus types, so we expected that it would kill SARS-CoV-2 in just the same way,” Brenner says. “Since SARS-CoV-2 is largely spread via droplets and aerosols that are coughed and sneezed into the air it’s important to have a tool that can safely inactivate the virus while it’s in the air, particularly while people are around.”

Brenner continues, “Because it’s safe to use in occupied spaces like hospitals, buses, planes, trains, train stations, schools, restaurants, offices, theaters, gyms, and anywhere that people gather indoors, far-UVC light could be used in combination with other measures, like wearing face masks and washing hands, to limit the transmission of SARS-CoV-2 and other viruses.”

Reference: “Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses” by Manuela Buonanno, David Welch, Igor Shuryak and David J. Brenner, 24 June 2020, *Scientific Reports*.

[10.1038/s41598-020-67211-2](https://doi.org/10.1038/s41598-020-67211-2)



- 波士頓大學驗證了UVC光源導致COVID-19病毒失活的有效性

<https://www.signify.com/global/our-company/news/press-releases/2020/20200616-signify-boston-university-validate-effectiveness-signify-uv-c-light-sources-on-inactivating-virus-that-causes-covid19?linkId=90981328>

Signify and Boston University validate effectiveness of Signify' s UV-C light sources on inactivating the virus that causes COVID-19

June 16, 2020

Dr. Anthony Griffiths

Associate Professor of Microbiology at Boston University School of Medicine

Since the start of the SARS CoV-2 pandemic, Dr. Anthony Griffiths, Associate Professor of Microbiology at Boston University School of Medicine and his team have been working on developing tools to support scientific advancement in this field. During their research they have treated inoculated material with different doses of UV-C radiation coming from a Signify light source and assessed the inactivation capacity under various conditions. The team applied **a dose of 5mJ/cm², resulting in a reduction of the SARS-CoV-2 virus of 99% in 6 seconds.** Based on the data, it was determined that **a dose of 22mJ/cm² will result in a reduction of 99.9999% in 25 seconds.**



伍、空氣清淨機的使用

- 
- ◆先確認空氣淨化機制與目的
 - ◆再行確認是否衍生有害的副產物
 - ◆三高一低的原則(並非絕對)
 - ◆慎選能具有成效試驗與認證標章之產品
 - ◆使用空氣淨化機應注意事項



◆先確認空氣淨化機制與目的

- 每種污染物(氣狀、粒狀、生物性、放射性、衍生性等)所須淨化的原理或機制(靜電、過濾、光觸媒、紫外線、負離子、吸附、水洗、電漿、熱裂解等)往往不同，故空氣清淨機的選用，第一要務必須根據場址現況及污染物特性進行調查，並確認要處理或去除那些污染物，方能對症下藥。

表5-1 空氣淨化設備對塵粒、生菌、異臭味的效果表現(摘自美國Steril-Aire公司, 2008)

產品類型	灰塵	油霧	菌類病毒	菸煙	VOC類	廚房食腐味	廢氣	污水臭味	應用及場所
ISO,ASHRAE等級各種空氣過濾器	很好	很好	尚可	0	0	0	0	0	空調箱及其他
HEPA,ULPA濾網特殊濾網加料	非常好	非常好	很好	一般	0~好	0	0	0	潔淨室等
靜電機	好	好	一般	一般	0	0	一般	0	廚房、工業類
水洗機	尚可	很好	0	0	0	0	好	一般	廚房、工業類
光觸媒(TiO ₂ 類+UV)	0	一般	好~很好	一般	好	一般	尚可	尚可	表面性處理
UVC+O ₃ 一般紫外線及臭氧機	0	很好	很好	很好	很好	好	很好	很好	適室外、傷害
小型空氣淨化機	很好	很好	很好	尚可	一般	一般	一般	一般	室內場所
正負離子系統	0	很好	很好	很好	很好	很好	很好	很好	空調箱、管路或其他
UVC低溫型強力紫外線燈	0		非常好ES	一般	很好	一般	一般	一般	ES空調箱及風管等
活性炭系列(化學碳)	0	0	0	非常好	很好	很好	很好	很好	淨化箱設備

備註：效果參考表（許多特殊應用組合不在此範圍內）

無	一般	尚可	好	很好	非常好	二次污染	綠建築節能		
0%	10~20%	30~50%	60~70%	80~90%	95~100%	對人體傷害	ES		



表5-2 空氣清淨技術室內污染物去除功能

清淨技術	懸浮微粒				污染氣體				微生物			備註
	花粉	塵蟎	粉塵	香煙	煙臭	尿臭	有機氣體	燃燒產物	真菌	細菌	病毒	
初級濾網	○	○	▽						▽			僅能過濾可以目視大小之微粒
中級濾網	◎	○	○	▽					○			懸浮微粒過濾效率80%
HEPA濾網	◎	◎	◎	○					◎	▽		可過濾0.3 μm懸浮微粒效率達99.97%
ULPA濾網	◎	◎	◎	◎					◎	▽		可過濾0.1 μm懸浮微粒效率達99.99997%
靜電濾網	○	○	○	○					○	▽		壓損小，對細微粒初期清淨效果佳，但濾網壽命短
靜電集塵	○	○	○	○					○	▽		對細微粒特別有效，效果隨集塵板積塵而降低
負離子	○	○	○	○	▽	▽	▽			▽	▽	作用範圍有限制，有污損機體和表面之可能
臭氧					▽	○	○	○		○	○	作用範圍有限制，濃度太高時對身體有害
活性炭					◎	◎	◎	▽				可吸附臭味，但要定期更換已飽和之濾網
光觸媒濾網					◎	◎	◎	○	▽	◎	○	具同時除臭和滅菌功能，更換期限較長
化學濾網					▽	○	○	▽	▽	▽	▽	具特定功能(如醫院消毒藥水)而製造的濾網

說明：◎非常有效 ○有效 ▽可能有效

• 劉德勇、江旭政，空氣清淨機之濾塵裝置的原理介紹，冷凍與空調，2000a.，6月，p.84-90。

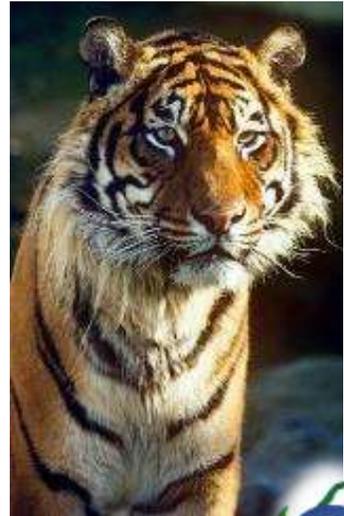
- **HEPA**是High Efficiency Particulate Air Filters的簡寫，直譯為『高效率排放空氣』濾網，是為濾網所設定的一個空氣過濾效率的標準。
- **ULPA**是Ultra Low Penetration Air Filters的簡寫，ULPA是專門為精密藥物實驗室，或是半導體精密工廠，所設定的無塵室空氣過濾清靜系統用的濾紙，所用的衡量標準。



◆再行確認是否衍生有害的副產物

•松下、飛利浦等品牌空氣淨化器陷“臭氧門”

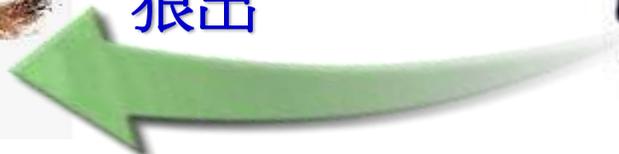
- ▶《廣州日報》聯合第三方檢測機構對空氣淨化器做了測試，發現松下、飛利浦等品牌的空氣淨化器效果被廠家誇大。號稱的PM_{2.5}祛除率98%實測僅40%。還有專家指出，空氣淨化器在運行時產生臭氧可致癌。經過調查可以看到，松下、飛利浦等空氣淨化器銷售宣傳仍號稱PM_{2.5}祛除率90%以上，銷售人員對具體產生臭氧量“不清楚”。
- ▶針對有關誇大效果、釋放臭氧致癌的質疑，日前，松下空氣淨化器回應，其產品經過國家正式認定的機構檢測，性能是安全可靠的。不過，有業內人士指出，松下未能出具第三方證明數據，這樣的回應仍讓人難以信服。
- ▶對一些市場的調查可以發現，前期持續的空氣淨化器熱銷潮有所減退，在某家電賣場裡，由於銷售情況不理想，松下等品牌已經斷貨多日。而在有貨的賣場裡，這些品牌的專櫃前也是門可羅雀。
- ▶調查中，不少空氣淨化器銷售人員仍宣稱PM_{2.5}祛除率90%以上。而對於空氣淨化器運行中產生臭氧的問題，銷售人員表示，市場上多款空氣淨化器可能產生臭氧，主要包括臭氧發生器型、靜電型、紫外燈型、負離子型等4款機型。至於以上空氣淨化器產生的臭氧量，銷售人員大都表示“不清楚”，“廠家說不會對人體產生危害”。
- ▶據了解，負離子型和靜電型空氣淨化器是松下的主打機型。而鬆下等品牌空氣淨化器在運行時產生臭氧早已是業內“皆知的秘密”，但當消費者問起時，銷售人員卻常常是避而不談。而大多數空氣淨化器外包裝上也沒有關於臭氧產生情況的說明或提示。
- ▶與之相反，一些歐美進口空氣淨化器均在顯著位置上粘貼了“國際無臭氧認證”“國際安全認證”等標識。銷售人員也表示，這些標識在松下等品牌中基本看不到。“負離子空氣淨化器在工作時會產生臭氧，達到一定濃度時對人體也有害，不僅有臭味，也可能致癌。”中國室內環境監測工作委員會秘書長宋廣生介紹。
- ▶（專家點評：空氣淨化器的作用是為了過濾有害氣體，呼吸到干淨的空氣，如果您買了這些品牌回家，那豈不是：花錢搬個“老虎”回家把“狼”趕走，老虎比狼更可怕。



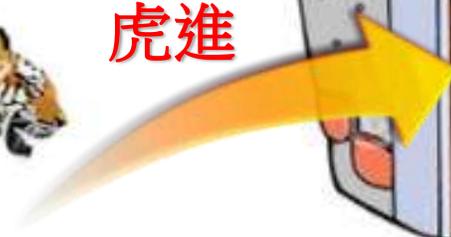
有害或衍生副產物之空氣清淨機猶如在家中引虎趕狼



狼出



虎進



<https://cn.dreamstime.com/%E5%9B%BE%E5%BA%93%E6%91%84%E5%BD%B1-%E5%8A%A8%E7%94%BB%E7%89%87%E7%B3%BB%E5%88%97%E6%88%BF%E5%AD%90-image16063132>

圖5-1 居家使用具有害副產物之空氣清淨機猶如引虎趕狼而得不償失



◆三高一低的原則（並非絕對）



- ◆功能多元合一化
- ◆操作控制智能化
- ◆外觀造型藝術化
- ◆資訊系統雲端化
- ◆耗材使用最少化
- ◆健康促進附加化



圖5-2 空氣淨化機(器)已朝向多元功能發展之趨勢



• 空氣清淨機的選用，應掌握其基本性能與規格，盡可能考量「三高一低」的四大指標，如下：

(一)潔淨空氣量(Clean Air Delivery Rate, CADR)

單位時間通過淨化器的過濾後，輸出的潔淨空氣之總量，單位是 m^3/h 。1小時產生潔淨空氣的體積，主要衡量空氣淨化器的淨化效率。如顆粒物CADR為 $500m^3/h$ ，即表示1小時使用空氣淨化器對顆粒物進行淨化，能淨化500立方米的顆粒物。

(二)累積淨化污染物的總重量(Cumulate Clean Mass, CCM)

當「CADR值」衰減到50%時，累積淨化污染物的總重量，稱為「CCM(Cumulate Clean Mass)」，單位為mg。CCM代表污染物淨化能力，僅有CADR一項高並不意味著空氣淨化器有效，只有當CCM也同樣高時，才能證明這台空氣淨化器不僅淨化效率快，而且淨化能力也強，濾網使用壽命也越長。

(三)噪音

當空氣淨化器達到最大CADR值時，對應產生的聲量。CADR值越來越高，機器內部風扇必定要提高轉速，這樣噪音就會隨之升高，一台真正有效的空氣淨化器不僅要淨化效率和能力強，噪音也要越低越好，以免影響學生學習的專注力。

(四)淨化能效

定義為CADR潔淨空氣量與額定功率的比值，一台空氣淨化器不僅要有效，同時也要節能省電。



圖5-3 中國大陸「GB/T18801-2015《空氣淨化器》」四項核心指標

◆ 慎選能具有成效試驗與認證標章之產品

口罩是否可以防疫或阻擋病毒入侵呼吸道，分辨原則如下：

一、要選用「醫療用」口罩才能確保。換言之，一包裝完整的口罩，先看看有沒有衛福部醫療器材核可證字號，樣式如下：

- 1.衛部(署) 醫器輸字第000000號
- 2.衛部(署) 醫器陸輸字第000000號
- 3.衛部(署) 醫器製字第000000號
- 4.衛部(署) 醫器輸壹字第000000號
- 5.衛部(署) 醫器陸輸壹字第000000號
- 6.衛部(署) 醫器製壹字第000000號

二、再找看看有沒有「CNS標準」，以確認其真正的功能，CNS標準依口罩的功能與檢驗方法的不同，分為下列幾項：

- 1.CNS 14774：醫用口罩，可阻擋懸浮微粒(PM)、細菌、體液
- 2.CNS 14775：醫用口罩，可過濾如金黃色葡萄球菌等細菌
- 3.CNS 14776：醫用口罩，可阻擋血液
- 4.CNS 14777：醫用口罩，透氣率檢驗
- 5.CNS 14755：防塵口罩
- 6.CNS 14756：活性炭口罩

換言之，14775代表的是細菌過濾的效率，如果有通過這項檢驗，代表過濾細菌的效率是比較高的；14776代表的是可以防血水，比較不容易受到血液中病毒的侵襲，14777則是透氣率的檢驗，表示戴上之後還可以正常呼吸的程度有多少。

比較容易跟醫療用口罩混淆的是CNS 14755與CNS 14756兩種。14755是指過濾灰塵、塵蟎的效果，但無法過濾細菌或病毒；而14756則是活性炭的過濾效果檢查，也沒有防細菌、病毒的能力。

然而，這不代表活性炭口罩一定不能防細菌或病毒，活性炭口罩只要能通過檢驗，同樣可以拿到CNS 14774的醫療用口罩標章，所以還是看是否取得CNS 14774標章為準！

三、除了看是不是醫療用口罩外，在CNS標準旁，應該也可以看到BFE，或是PFE、VFE等代表「過濾率」的標準。

- 1.BFE(Bacterial Filtration Efficiency)：細菌過濾率，過濾直徑 $3\mu\text{m}$ 以上，可阻擋飛沫。
- 2.PFE(Particle Filtration Efficiency)：微粒子過濾率，過濾直徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上，可阻擋流感病毒、冠狀病毒等病毒。
- 3.VFE(Virus Filtration Efficiency)：病毒過濾率，過濾直徑 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ ，可阻擋病毒。

「新冠肺炎(COVID-19)」其粒徑約為120nm，換言之，PFE的孔徑已經小到可以過濾流感病毒、冠狀病毒，所以戴到PFE的口罩其實就足夠了。

7 四、結論：選擇有「衛福部醫療器材核可證字號」及「CNS14774~7標準」或「PFE、VFE標準」，方是有依據且相對較為嚴謹的防疫性口罩。





美國家電製造商協會認證



TUV德國萊茵認證



德國產品安全認證



歐盟原料無害認證



歐洲安全認證



中國品質認證



上海權威淨化效率測試



歐洲能效認證

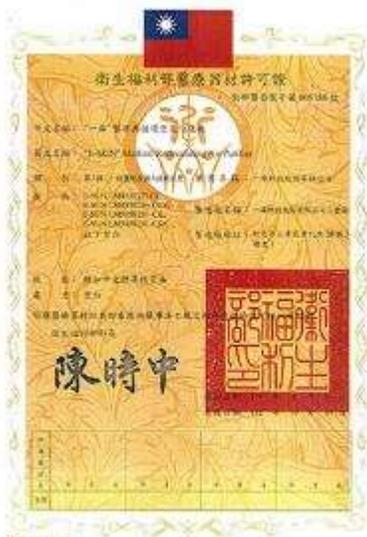


國際無臭氧認證



歐洲過敏症研究基金會

衛福部醫療器材許可證



衛福部醫療器材優良製造商



英國無過敏認證標章



美國無臭氧認證



國際無臭氧認證



韓國 KAA 認證標章



韓國空氣淨化協會 CA 認證標章

圖5-4 各種空氣淨化機(器)認證標章

◇使用空氣淨化機應注意事項

- 先確認室內要處理的污染物類型，進而選擇正確機制的空氣淨化機。
- 空淨化機使用時，該室內空間盡可能處於密閉（門窗應關閉）的狀態，以免因外氣進入的影響與干擾而無法發揮最好的處理攻效。
- 注意空氣清淨機氣流之吸入口（未淨化的髒空氣）以及排氣口（淨化後送出的乾淨空氣）位置，不可遮避或阻擋，以免氣流無法有效循環而喪失空氣循環淨化的功能。
- 空氣清淨機盡可能放於房間中央位置以期氣流之均勻循環，進而有效處理或過濾空間的污染物；或放置於空間中主要污染源產生處，以發揮即時處理的效果。
- 空氣淨化機盡可能不要放於房間角落處，易造成氣流循環與淨化效果不均的問題。
- 保持定時清掃環境：空氣清淨機過濾的是空氣中的灰塵、細菌，如果家裡的家俱、地面很髒，空氣清淨機無法清除，所以該打掃，該吸的地方還是得經常去做，不能只靠空氣清淨機，空氣清淨機只能夠幫你清除飄浮在空氣中的污染物質。
- 每天至少開窗一小時讓空氣流通：空氣清淨機無法清除空氣中的二氧化碳，室內人多時，二氧化碳濃度會越來越高，這時候除非使用的像大賣場在用的換氣裝置（一般居家沒有），能將外面新鮮空氣引進室內，否則必須做換氣的動作，就是將窗戶打開，使空氣流通，每天至少一小時。另外，也可以種些景天酸代謝綠色植物，降低室內二氧化碳的濃度。
- 先關窗清除空污，後開窗流通空氣：使用空氣清淨機是否要關閉門窗呢？從外面進到室內的前20~30分鐘，建議先關窗，好的空氣清淨機大約只要8~10分鐘就能將空污做一次的清除，進行二到三輪之後，就可以開窗讓空氣流通，同時也能避免二氧化碳濃度過高。
- 人在時再開啟可省電：是否要24小時開著空氣清淨機呢？現在空氣清淨機多很省電，如果懶得關也沒關係，若真的要省電，人在時再開啟也可以。
- 定期更換濾網：使用空氣清淨機最重要就是要定期換濾網，以免髒污卡住而傷到機器，而且也失去過濾效果。所以要依廠商建議更換時間，或在紅色警示燈亮時就要更換濾網。





圖5-5 空氣淨化機放置於潛在污染源靠近處





圖5-6 空氣淨化機應參照廠商流場設計的機制放置或置於空間中央區域





圖5-7 空氣淨化機進、出氣口必須通暢且無遮避或阻擋





(X)



圖5-8 空氣淨化機放置角落或過於靠近物品而不利氣流循環與淨化





圖5-8 空氣淨化機放置角落或過於靠近物品而不利氣流循環與淨化(續)





圖5-9 空氣淨化機使用過程門窗開啟狀態易影響其淨化效能





濾網不乾淨 = 浪費電!
空氣清淨機濾網
起死回生術!
DIY 2min!!



圖5-10 空氣淨化機應定期進行清潔維護以確保其淨化效能



Thank you for listening



- ◆ 社團法人台灣空氣品質健康安全協會副理事長(2018.07.01 to Now)
- ◆ 社團法人台灣室內環境品質學會第四屆、第五屆理事(2015.04.07~2021.04.06)
- ◆ 嘉義市政府環保局、基隆市政府環保局、花蓮縣政府環保局、苗栗縣政府環保局、臺中市政府環保局、雲林縣政府環保局、臺北市政府環保局、臺南市政府環保局、新北市政府環保局、桃園市政府環保局室內空氣品質稽查管制計畫輔導委員(2011.01.01~2019.12.31)
- ◆ 經濟部工業局綠色工廠標章清潔生產技術審查小組審查委員(2014.05~2016.05)
- ◆ 行政院勞工委員會創業諮詢輔導服務顧問(2013.03~2013.12)
- ◆ 芬蘭商台灣利法亞克有限公司環境衛生及污染防治顧問(2013.03 to Now)
- ◆ 長庚醫療財團法人林口長庚醫院室內空氣品質淨化與改善諮詢顧問(2013.03 to Now)
- ◆ 桃園縣大學校院產業環保技術服務團專家顧問(2013.01 to Now)
- ◆ 普力生化科技股份有限公司IAQ技術顧問(2011.12 to Now)
- ◆ 社團法人台灣室內環境健康協會理事(2011.01~2012.12)
- ◆ 行政院環保署IAQ法令制度推動諮詢與審查委員(2010.08~2012.12)
- ◆ 台北縣政府環保局溼地與城市建設諮詢委員(2010.03~2010.06)
- ◆ 國立陸軍專科學校土木工程科自我評鑑委員(2008.06~2010.05)
- ◆ TÜ V-SÜ D Taiwan樹德產品驗證公司水泥稽核與製程判定審查委員(2010.03~2012.02)
- ◆ 內政部建築研究所綠建材專案研究計畫審查委員(2010.03 to Now)
- ◆ 中華身心障礙者勞工關懷協會後補理事(2009.12.01~2011.11)
- ◆ 內政部建築研究所綠建材標章評定專業機構評定小組委員(2009.01.01 to Now)



- ◆ 台北市政府勞工局職業訓練中心全國技術士技能檢定營造工程管理職類甲乙級技術士術科測定監評委員(2008.06 to 2011.05)
- ◆ 行政院勞委會泰山職訓中心環保法規人才培訓課程規劃審查委員(2009.07 to 2010.06)
- ◆ 社團法人中華民國大地工程學會第七屆學術委員會委員(2009.05~2011.04)
- ◆ 台北縣政府工務局建築物無障礙設備與設施改善基金管理委員會委員(2007.05~2011.04)
- ◆ 行政院勞工安全委員會中部辦公室土木建築類學術科試題命製委員(2006.04 to 2009.03)
- ◆ 台灣環境保護產業協會名譽顧問(2008.08.11 to 2011.07.10)
- ◆ 社團法人台灣室內環境品質學會北區室內空氣品質專家技術輔導團委員(2008.03 to 2011.02)
- ◆ 鵬莊實業有限公司UVGI技術顧問(2008.01 to Now)
- ◆ 台灣省土木技師公會技師報記者(2008.01~2009.12)
- ◆ 技專校院入學測驗中心四技二專類題庫命題委員(2007.12~2008.05)
- ◆ 台灣省土木技師公會技師報社論主筆(2007.10 to Now)
- ◆ 社團法人中華民國大地工程學會第六屆教育推廣委員會委員(2007.05~2009.04)
- ◆ 台北縣政府工務局築物無障礙設備與設施改善基金管理委員會委員(2005.01 to 2007.01)
- ◆ 行政院海岸巡防署海洋巡防總局工程督導委員(2007.01 to 2009.01)
- ◆ 行政院勞委會中部辦公室營造工程管理甲乙級技術士術科測定監評委員(2007.01 to 2009.01)
- ◆ 中華民國勞動災害防止協會土木作業主管安全衛生教育訓練編審委員(2006.08~2006.12)
- ◆ 中華民國勞動災害防止協會作業主管教材編審委員(2006.08 to 2007.07)
- ◆ 新北市泰山區公所建設課工程督導委員(2005.01 to Now)
- ◆ 台北市馳發實業有限公司建築與土木技術諮詢顧問(2000.08 to Now)

