

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：開會)

出席「2023 國際噪音年會」出國報告

出國人服務機關、職稱及姓名：

環境部大氣司 環境技術師謝議輝

出國地點：日本

出國期間：112 年 8 月 19 日至 8 月 24 日

報告日期：112 年 10 月 20 日

## 摘要

2023 年第 52 屆國際噪音年會(Inter-Noise 2023)於日本東京地區千葉市幕張展覽館國際會議廳舉行，國際噪音控制工程大會暨博覽會，共計 883 篇論文發表（現場報告 667 篇、海報展示 101 篇及預先錄製 115 篇），來自 43 個國家/地區，參加人數 1,272 人（常規會員 857 人、學生 415 人及陪同人員 54 人），31 家廠商參展，各國產、官、學界齊聚一堂，這也是 Covid-19 的影響後，睽違 3 年召開的實體會議。

本次 Inter-Noise2023 的大會主題是：「Quieter Society with Diversity & Inclusion（多元化和包容性的安靜社會）」，滿足每個人建立一個接受各種形式多樣性（例如年齡、性別及國籍）社會的願景。會中討論議題包括工程科學（振動、量測、數值模擬、控制）、交通運輸與工業（運輸噪音與振動、飛機、車輛、水下）、空間與材料（聲學材料、建築聲學、環境噪音）、人文與社會（健康、產品噪音、噪音政策與管理）及其他相關新穎方式等 18 個技術領域或管制策略。

我國環境部大氣司派員參與會議，在人文與社會之噪音政策與管理主題於 8 月 23 日在 202 會議室發表「在臺灣以聲音照相科技執法技術推動高噪音車輛稽查」論文，讓世界各國了解，近幾年機動車輛噪音案件數有增加趨勢，已為臺灣民眾關心議題，臺灣自 2021 年起實施聲音照相科技執法，採行駛中高噪音車輛超標即直接開罰，已受到住在道路旁的民眾歡迎，是政策滿意度近 9 成的設施。本部於口頭報告後，並與新加坡陸路交通管理局、俄羅斯民航環境安全中心及日本車輛廠商等噪音領域參與人員與在場聽眾，就報告內容進行意見交流，並於大會期間同時蒐集相關國家發表噪音技術及民眾健康影響論文，對未來我國噪音管理策略進行探討，以作為政策實施參考，維護民眾環境安寧。

大會閉幕式於 8 月 24 日下午 6 時結束，秘書長報告統計各國出席情形，分別為日本 514 人、中國 164 人、韓國 142 人，來自臺灣出席人數有 29 人，按區域來區分亞洲出席人數 988 人、歐洲及非洲 220 人，美洲 64 人，參與者中以亞洲國家投稿最多並且熱情參與會議，在 883 篇論文發表中，計 20 位獲獎者，下一屆 2024 年國際噪音年會（Internoise）預訂於 2024 年 8 月 25 日至 29 日於法國南特舉辦。

# 目 錄

壹、目的.....	03
貳、行程.....	05
參、過程.....	08
肆、心得及建議.....	43
伍、附件	
附件一「2023年國際噪音年會」發表之論文.....	47
附件二「2023年國際噪音年會」發表之論文簡報.....	57
附件三「2023年國際噪音年會」出席證明.....	71

## 壹、目的

- 一、噪音污染是現代社會普遍存在的問題，影響健康、福祉及生活品質，多年來隨著減輕噪音污染對人類健康及環境負面影響的需求不斷增長，噪音控制領域也越來越受到關注，在這方面 **Inter-Noise** 一直處於推動噪音控制及聲學研究開發的領域，來自世界各地的專家齊聚一堂，共享國際上噪音管制最新研究技術與發展之成果，分享他們的知識及見解。
- 二、第 1 屆國際噪音年會自西元（下同）1972 年於美國華盛頓舉辦，本次為第 52 屆，更是時隔 12 年後再次在日本幕張展覽館國際會議廳舉辦（圖一），在 2020 年當時世界面臨著 COVID-19 挑戰，延遲了許多重大會議，**Inter-Noise 2023** 是一場備受期待的盛會，來自各領域的專家及專業人士齊聚一堂，討論噪音控制及聲學領域的最新進展與挑戰，促進合作、知識共享及創新，以解決與噪音污染及其對人類健康及福祉影響相關的緊迫問題。自創辦以來，該會議已在世界各地舉辦，吸引了來自學術界、工業界及政府的數千名與會者，該會議在推進噪音控制、環境聲學科技及實踐方面發揮了至關重要的作用，並為國際標準及指南做出了貢獻。
- 三、噪音年會提供與會者交流、學習及蒐集理想環境，會議涵蓋與噪音控制及環境聲學相關的廣泛主題，包括：環境噪音評估與管理、建築聲學與振動控制、運輸噪音及振動、工業噪音控制、社區噪音及煩惱、噪音暴露對健康的影響、聲學材料與技術及音景與城市設計。一年一度的噪音年會議為研究人員、業者及政策制定者提供了分享噪音控制及環境聲學知識與最佳實踐的平台，以尖端研究、創新技術及觀察討論為特色活動。
- 四、**Inter-Noise** 會議在促進噪音控制及環境聲學方面的卓越表現方面有著悠久的歷史，會議包括該領域知名專家的主題演講，以及技術會議、海報展示及研討會，與會者將有機會了解最新的研究成果，除了技術會議外，還將包括研討會、教程及展覽，為參與者提供實踐學習機會，以及接觸噪音控制及聲學領域的尖端技術產品，噪音年會主要目標是促進噪音控制及聲學相關不同領域的專業人士之間的跨學科合作，透過匯集來自不同背景的專家，會議旨在促進採取整體方法來解決與噪音污染相關的複雜挑戰，與來自世界各地的

人才交流想法及經驗，它鼓勵整合科學研究、技術進步、政策制定及社區參與，這些互動會議將使與會者獲得實際見解，學習最佳實踐並蒐集可在各自專業領域實施方式，並發現應對噪音相關挑戰的新解決方案。

五、此外，**Inter-Noise 2023** 並讓註冊者可以透過網路平台，讓參與者與世界各地的同儕建立新的合作、建立夥伴關係並交流知識，會議並透過社交活動及非正式討論提供充足的交流機會，這種互動對於促進思想的交叉傳播及噪音控制和聲學的不同利益相關者之間的知識轉移相對關重要。**Inter-Noise 2023** 為噪音控制及聲學的進步做出重大貢獻，會議旨在促進創新、推動政策變革並推廣可有效減輕噪音污染不利影響的永續實踐，對於那些熱衷於為子孫後代創造一個更安靜、更健康的世界的人來說，是任何對噪音控制及環境聲學感興趣的人必參加的活動。

六、臺灣一直以來為讓世界各國瞭解推動工廠(場)、娛樂營業場所、營建工程、擴音設施、機動車輛、航空運輸、陸上運輸系統等各項噪音管制作法，踴躍參與歷屆噪音年會，發表了多篇關於噪音測量與分析、降噪技術、環境噪音控制等主題的研究論文，本部並於國際噪音年會發表專題「在臺灣以聲音照相科技執法技術推動高噪音車輛稽查」(Using acoustic camera technology on inspection of noisy vehicles in Taiwan)，在噪音控制及降噪領域再次嶄露頭角，會議上的貢獻受到了與會者的好評，他們稱讚臺灣的創新解決方案及對車輛噪音控制的作法。此外，參加了不同噪音管制議題討論，聆聽蒐集不同國家發表噪音研究成果，臺灣參加國際噪音年會，不僅凸顯了臺灣的技術實力，也顯示了臺灣致力於為民眾創造更安靜的環境承諾，持續努力開發創新解決方案來應對噪音污染，無疑將對國際社會產生正面影響。

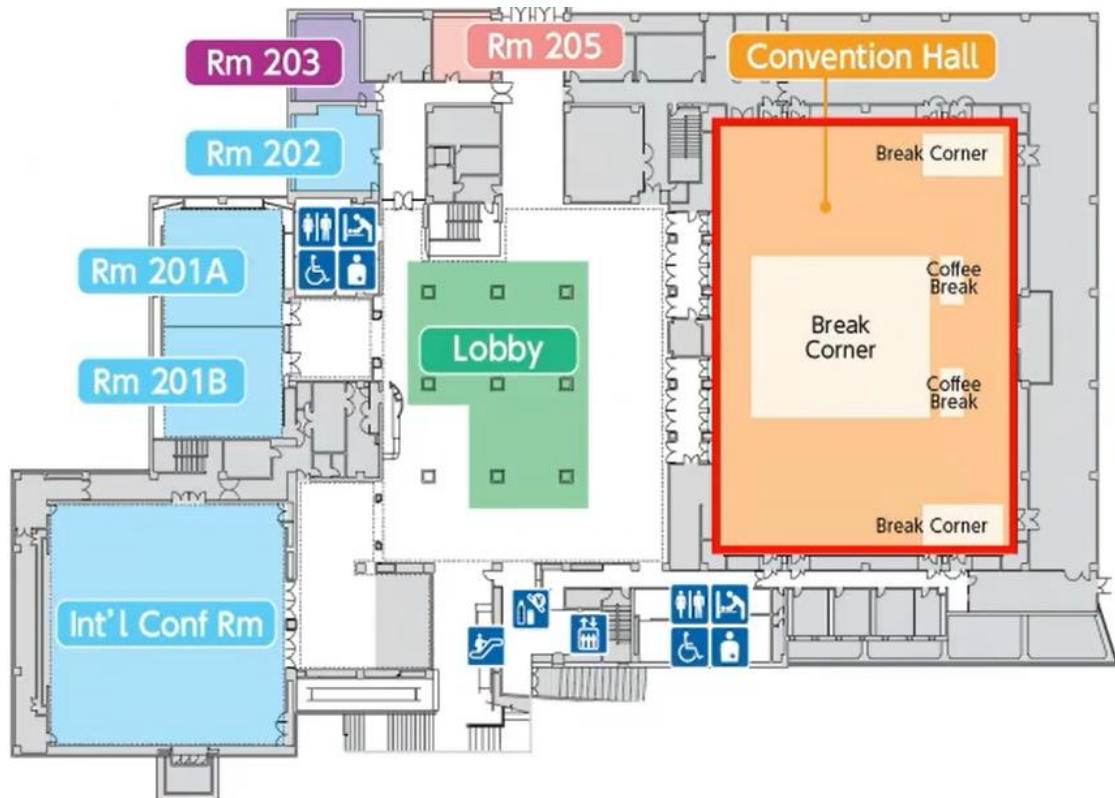
七、臺灣參加國際噪音年會證明了我國致力於控制及減少噪音的努力，臺灣的創新解決方案及專業知識得到了與會專家及相關領域人士的認可，成為對抗噪音污染的寶貴合作夥伴，我國仍會不斷的努力，期望在未來為噪音控制及減少領域做出重大貢獻。

## 貳、行程

活動日期	行程及地點	工作內容
2023年8月19日(星期六)	臺北至東京	搭機啟程
2023年8月20日(星期日)	東京	參加2023年國際噪音年會-完成會場報到、開幕式及全體演講
2023年8月21日(星期一)	東京	參加「2023年國際噪音年會」周邊儀器廠商參訪及聆聽主題演講
2023年8月22日(星期二)	東京	參加「2023年國際噪音年會」-聆聽各國演講者發表噪音研究成果及海報導覽
2023年8月23日(星期三)	東京	參加「2023年國際噪音年會」-本部車輛噪音專題演講交流及閉幕式
2023年8月24日(星期四)	東京至臺北	搭機返程



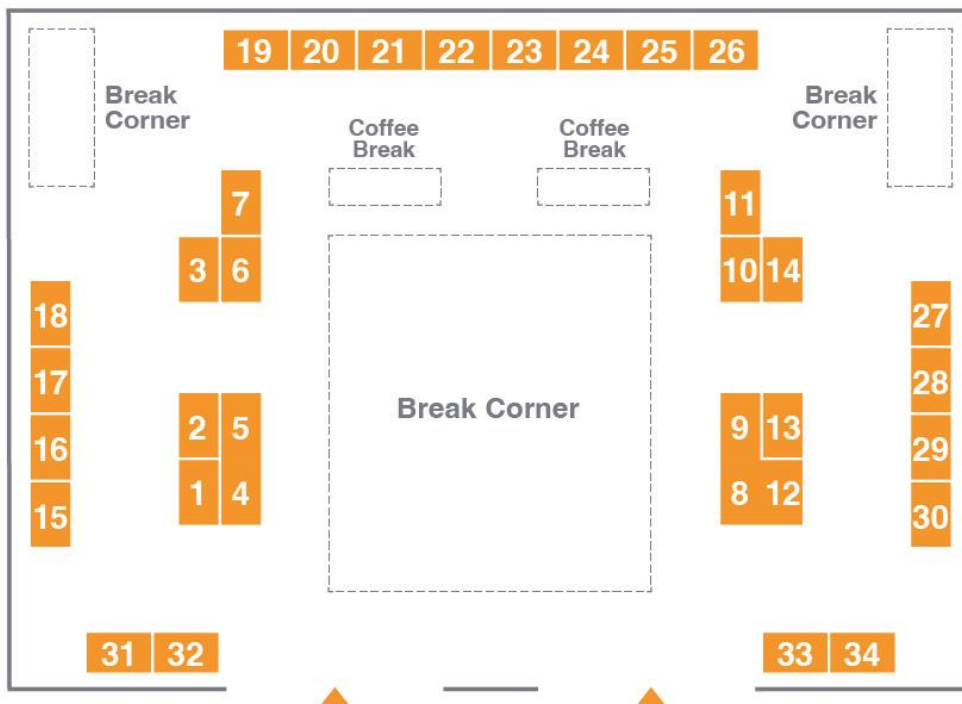
圖一、會議地點日本幕張展覽館國際會議廳



圖一、會議地點日本幕張展覽館國際會議廳



# inter-noise 2023 Convention Hall exhibition



## Exhibition List

1	SoundPLAN	19	Cornes Technologies Ltd.
2	MARUBUN CORPORATION	20	DataKustik GmbH
3	OrbiWise	21	HEAD acoustics GmbH
4	Ono Sokki Co.,Ltd.	22	System Plus, Inc.
5	Dassault Systemes K.K.	23	Seti Media
6	HBK - HOTTINGER BRÜEL & KJÆR	24	SVANTEK Sound and Vibration
8	RION CO., LTD. / Norsonic AS	25	NTi Audio AG
9	Getzner Werkstoffe	26	ODEON A/S
10	NARITA INTERNATIONAL AIRPORT CORPORATION	27	INTER-NOISE 2024
11	BSWA Technology	28	Hangzhou Crysound Electronics Co., Ltd.,
12	SKC Acoustics Technology Co., Ltd	29	AIVS Inc.
13	GERB Vibration Control Systems Japan, Inc.	30	Polytec Japan
14	Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd		TOBISHIMA CORP.
15	Microflown Technologies	31	Waseda Univ.
16	MECALC Technologies		INSPIREI Inc.
		32	Yamaha Corporation
		33	Stapelfeldt Engineering Ltd.
		34	ODEN Systems

圖一、噪音年會 34 家參展商列表

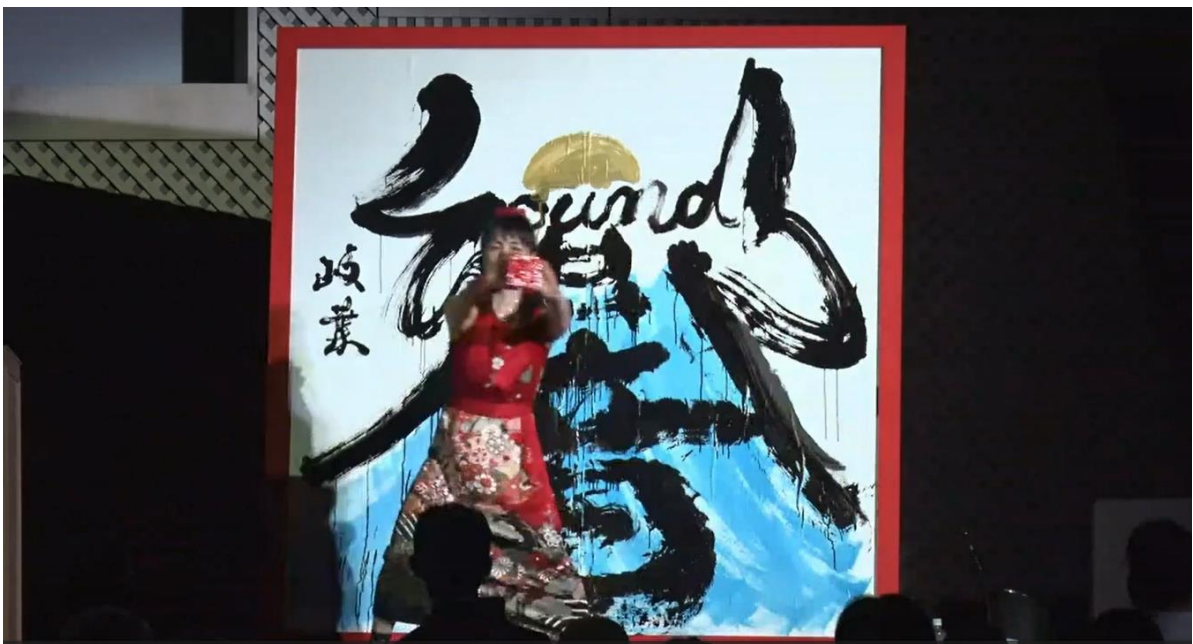


## 參、過程

- 一、國際噪音控制工程大會暨博覽會，共計 883 篇論文發表（現場報告 667 篇、海報展示 101 篇及預先錄製 115 篇），來自 43 個國家/地區，參加人數 1,272 人（常規會員 857 人、學生 415 人及陪同人員 54 人），31 家廠商參展，各國產、官、學界齊聚一堂，這也是 Covid-19 的影響後，睽違 3 年召開的實體會議。
- 二、本次 Inter-Noise2023 的大會主題是：「Quieter Society with Diversity & Inclusion（多元化及包容性的安靜社會）」，滿足每個人建立一個接受各種形式多樣性（例如年齡、性別及國籍）社會的願景。會中討論議題包括工程科學（振動、量測、數值模擬、控制）、交通運輸與工業（運輸噪音與振動、飛機、車輛、水下）、空間與材料（聲學材料、建築聲學、環境噪音）、人文與社會（健康、產品噪音、噪音政策與管理）及其他相關新穎方式等 18 個技術領域或管制策略。主辦單位並安排 1 百多場技術會議，針對各噪音主題進行意見交流與討論，共享最新噪音相關研究成果。會議將討論與噪音控制及聲學相關的廣泛主題，包括噪音測量和評估、降噪技術、環境噪音管理、交通噪音控制、建築聲學、工業噪音控制和社區噪音控制。來自學術界、工業界及政府機構的知名專家和思想領袖將發表主題演講、發表研究論文，並促進這些主題的小組討論。
- 三、開幕式由日本書法家 Kiyō IMAIZUMI 以特殊的日本書法繪畫呈現精采的表演（圖二），噪音組委會秘書長 Hiroyuki Imaizumi 引言（圖三），並以紅色邊框代表振動，富士山象徵日本，繪畫成一個中文「響」及英文「Sound」，在山峰上冉冉升起的太陽，期許每個人最珍貴的願望，並放置於本次大會的展場作為背景。
- 四、隨後由大會主席 Shinichi Sakamoto 致詞（圖四），歡迎與會人員來到日本千葉，更是時隔 12 年後再次在日本舉辦 Inter-Noise，在 2020 年當時世界面臨著 COVID-19 挑戰，延遲了許多重大會議，並向參與籌備這次會議工作的每個人表示感謝。致詞內容略以：「隨著現代文明中，交通及社會基礎設施隨著科學、技術及經濟進步而發展，工業產品無處不在，讓我們的生活更加豐富及便利。而另一方面，許多噪音、振動問題也隨之出現，因此對噪音及振動管理與研究，以及保護改善人們生活環境具有非常重要意義及價值，感謝來自世界各地噪音

領域專家及技術設備廠商來到日本東京，敬祝為期四天的 Inter-Noise 2023 國際噪音控制工程研究及未來的發展順利，並在各位及全世界的噪音控制研究帶來美好的成果。」

五、本次大會邀集六位傑出演講者就不同主題進行兩場全體會議及四場主題演講，開幕式主題演講由 Hiroshi Sato 博士（圖五）說明「生活中的聲音及社會聲學」，Hiroshi Sato 現任日本產業技術綜合研究所人類信息交互研究部副部長，演講中對聲學的研究是一個在社會中有廣泛應用的領域，用於建築物、音樂廳及其他公共空間的設計，以確保聲音有效且高效地傳輸，聲學還用於揚聲器及耳機等音頻設備的開發，以提供高質量的聲音再現，除了實際應用之外，聲學對健康及福祉也有重大影響，如暴露在喧鬧的噪音中可能會導致聽力損失及其他健康問題，而舒緩的聲音可以促進放鬆並減輕壓力，聲音及聲學的研究在我們的日常生活中有著廣泛的應用，了解聲音的工作原理以及如何幫助每個人創造更健康及愉快的環境。



圖二、本書法家 Kiyoko IMAIZUMI 以特殊的日本書法繪畫精采的表演



圖三、噪音年會秘書長 Hiroyuki Imaizumi 於開幕式介紹



圖四、大會主席 Shinichi Sakamoto 致詞



圖五、開幕式演講 Hiroshi Sato 博士「生活中的聲音及社會聲學」

六、專題演講 Bianca I. Schuchardt 博士（圖六）報告「城市空中交通的挑戰及機會—多少噪音可接受」，主要為城市環境中的交通帶來了挑戰及機會，隨著技術的進步，現在有可能建立一個安全、可靠和永續的航空運輸系統，使乘客及貨物都受益，主要優勢之一是使用電動飛機。這些飛機能夠垂直起飛和降落，非常適合空間有限的城市環境，透過使用電力，城市空中交通還可以為減少溫室氣體排放及改善空氣品質做出貢獻，在商業營運方面。預計從 2025 年左右開始，歐盟城市將開始使用無人機運送貨物及使用有人駕駛的飛機來運送乘客，這為企業及個人開闢了全新的可能性領域。然而，與任何新技術一樣，也存在著需要解決的挑戰。圍繞城市空中交通的主要問題之一是噪音。重要的是要在城市空中交通的好處及對城市地區生活品質的影響之間找到平衡，為了克服這項挑戰，投資研發以降低城市空中交通飛機產生的噪音至關重要，透過尋找創新的解決方案，可以確保城市空中交通成為城市環境中一種被接受及歡迎的交通方式。想像一下，能夠在一個綜合交通網絡中從飛機無縫過渡到公共汽車或火車，這不僅可以提高乘客的便利性，還可以提高整體效率並減少城市擁塞，有可能徹底改變城市環境中的交通。透過利用新技術並融入多式聯運系統，可以創造一種更永續、更有效率的人員及貨物運輸方式，雖然噪音等挑戰需要解決，但透過適當的投資及創新，城市空中交通可以成為造福所有人的現實。



圖六、專題演講 Bianca I. Schuchardt 博士「城市空中交通的挑戰及機會」

- 七、臺灣的汽車改裝噪音污染問題已成為居民日益關注的議題，汽車、重型機車、一般機車及其他車輛產生的持續噪音可能是城市地區居民的主要來源，除了造成滋擾之外，過度的噪音還會對健康及福祉產生負面影響，相關研究也有暴露在高強度的噪音中會導致一系列健康問題，包括聽力損失、壓力及睡眠障礙，對於居住在人口稠密地區的人來說尤其令人擔憂，那裡經常有車輛噪音，除了健康影響之外，過度噪音還會產生經濟影響，可能會降低財產價值並可能影響民眾在受影響地區進行購屋。為了解決這個問題，臺灣實施了一系列減少機動車輛噪音污染的措施，其中包括對新車實施更嚴格的噪音標準，以及加強現有的法規的執行力道。此外，也進行了民眾宣導，教育車主及民眾公眾了解減少噪音污染的重要性。
- 八、我國環境部大氣司派員參與會議，噪音年會議程（圖七），在 8 月 20 日完成會場報到程序（圖八），8 月 21、22、23 日聆聽與會專家學者演講並與其互動與意見交流（圖九），會場中參訪設備廠商瞭解目前噪音量測儀器（圖十），在人文與社會之噪音政策與管理主題於 8 月 23 日在 202 會議室發表「在臺灣以聲音照相科技執法技術推動高噪音車輛稽查」(Using acoustic camera technology on inspection of noisy vehicles in Taiwan)論文（圖十一），會後並與，讓世界各國了解，近幾年機動車輛噪音案件數有增加趨勢，已為臺灣民眾關心議題，臺灣自 2021 年起實施聲音照相科技執法，採行駛中高噪音車輛超標即直接開罰，已受到住在道路旁的民眾歡迎，是政策滿意度近 9 成的設施。本部於口頭報告後，並與新加坡陸路交通管理局（圖十二）、俄羅斯民航環境安全中心及日本車輛廠商等噪音領域參與人員與在場聽眾，就報告內容進行意見交流，俄羅斯處於車輛噪音檢測的第一階段，為進一步瞭解臺灣執行聲學攝影機執法技術，與其交流分享在法規制定方面的經驗；日產 Nissan 汽車製造商詢問政策細節，表示讚賞臺灣的聲音照相管制策略，以臺灣機動車輛管制之高標準作為銷售鄰近亞洲國家車輛參考，有關專文內容與口頭簡報內容，詳如附件。大會期間同時蒐集相關國家發表噪音技術及民眾健康影響論文，對未來我國噪音管理策略進行探討，以作為政策實施參考，維護民眾環境安寧。



August 20 (Sun)		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Venue												
1	Int'l Conf Rm (2F)									Opening	Plenary 1	
9	Rm 201A									Live Streaming		
10	Rm 201B									Live Streaming		

August 21 (Mon)		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Venue												
1	Int'l Conf Rm (2F)		Keynote 1	18.1	18.1			Keynote 2	18.1	18.1		
2	Rm 101A			02.1	02.1				02.2		02.0	
3	Rm 101B			11.5	11.5				11.5		15.3	
4	Rm 102A			09.1	09.0				09.0		05.1	
5	Rm 102B			03.4	03.4				03.2		03.2	
6	Rm 103			01.0	01.0				01.0		01.0	
7	Rm 104			03.0	03.0				03.0		03.0	
8	Rm 105			04.0	04.0	Break			04.1		04.1	
9	Rm 201A			06.3	06.4		Lunch		06.4		06.1	
10	Rm 201B			13.3	13.3				07.3		07.3	
11	Rm 202			12.0	12.1				12.1		13.1	
12	Rm 301A			08.3	08.1				08.1		08.1	
13	Rm 301B			11.0	11.0				11.1		11.1	
14	Rm 302			12.8	12.8				12.5		12.5	
15	Rm 303			14.0	14.1				14.2		14.1	
16	Rm 304			16.0	16.1				16.1		16.3	
P	Lobby (2F)			Poster:01-05						Poster:06-10		

August 22 (Tue)		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Venue												
1	Int'l Conf Rm (2F)		Keynote 3					Keynote 4		Banquet Preparation		
2	Rm 101A			02.2	02.3				02.0		01.2	
3	Rm 101B			05.0	05.0				05.3		05.3	
4	Rm 102A			13.4	13.4				10.1		10.1	
5	Rm 102B			06.5	06.5				07.2		07.2	
6	Rm 103			01.1	01.1				01.1		01.1	
7	Rm 104			03.2	03.1				03.1		03.1	
8	Rm 105			04.4	04.1	Break			04.2		04.2	
9	Rm 201A			06.2	06.2		Lunch		06.2		06.6	
10	Rm 201B			07.4	07.4				07.5		07.5	
11	Rm 202			15.2	15.2				08.2		15.0	
12	Rm 301A			13.2	13.2				08.0		08.0	
13	Rm 301B			12.6	12.6				11.1		11.1	
14	Rm 302			12.9	12.9	12.2			12.2		12.2	
15	Rm 303			14.5	14.3				14.3		14.3	
16	Rm 304			16.2	16.2				13.0		13.0	
P	Lobby (2F)			Poster:11-12						Poster:13-17		

August 23 (Wed)		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Venue												
1	Int'l Conf Rm (2F)				18.2			18.2		Plenary 2	Closing	
2	Rm 101A			12.4	12.3			12.3				
3	Rm 101B			05.2	05.2			05.2				
4	Rm 102A			10.2	10.2	10.3		10.3				
5	Rm 102B			07.1	07.1			07.6				
6	Rm 103			01.2	01.3			01.3				
7	Rm 104			03.3	03.3			03.3				
8	Rm 105			04.3	04.3	04.5		04.5				
9	Rm 201A			06.3	06.3		Lunch		15.1			
10	Rm 201B			07.7	07.7			11.3		Break		
11	Rm 202			17.0	15.4			17.0				
12	Rm 301A			08.2	08.0			08.0				
13	Rm 301B			11.4	11.2			11.2				
14	Rm 302			12.9	12.7			12.7				
15	Rm 303			14.4	14.6			14.6				
16	Rm 304			16.5	14.5			16.4				

圖七、8月20至8月23日噪音年會議程



圖八、完成 Inter-Noise2023 報到作業



圖八、寧聽開幕式主題演講「生活中的聲音及社會聲學」

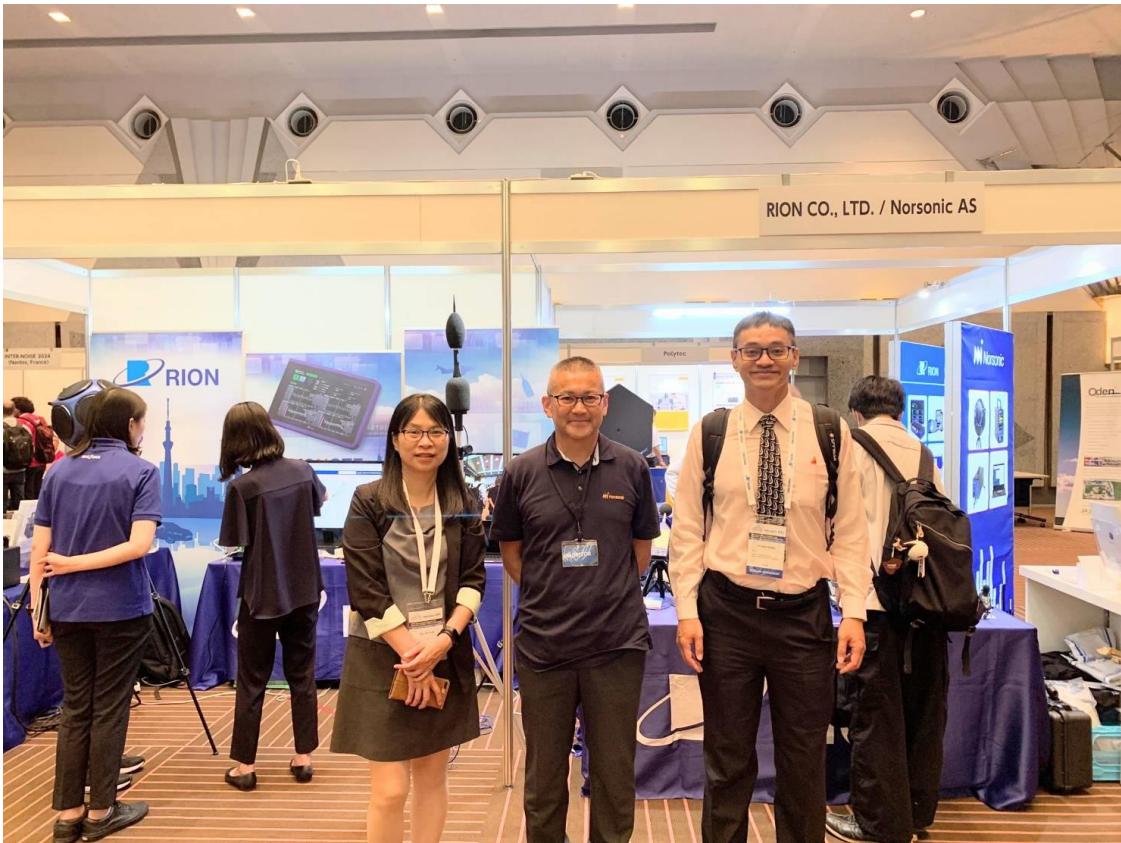




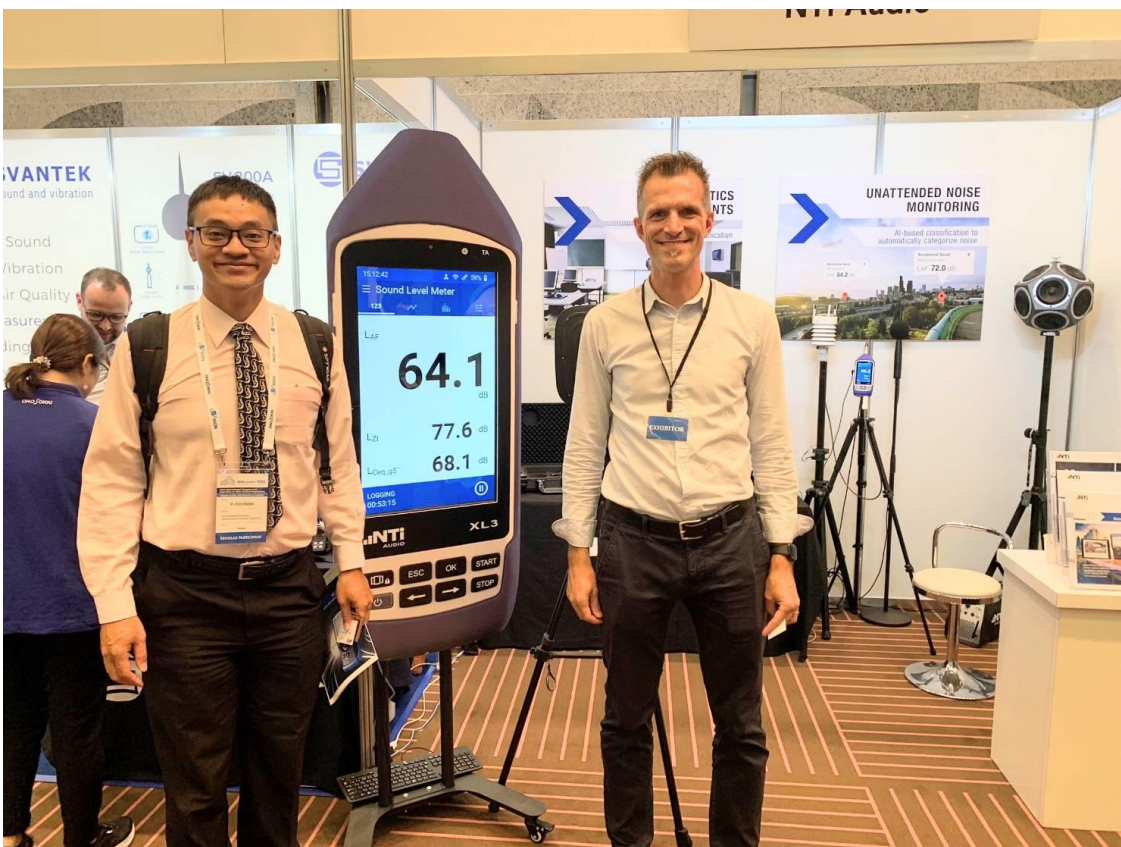
圖九、 室外噪音傳播類議題演講主席-新潟大學 Takuya Oshima



圖九、 建築聲學分類及標準議題演講主席-  
日本產業技術綜合研究所 Hiroshi Sato (左)、加拿大國家研究委員會 Jeffrey Mahn (右)



圖十、Norsonic AS 設備廠商 Joshua Sato 行銷經理(中)



圖十、NtI AUDIO 設備廠商 Dr Danilo Zanatta





圖十一、本部謝議輝環境技術師於分組技術會議進行專題口頭報告



圖十二、新加坡陸路交通管理局 Tan Yih Keng 會後交流



圖十二、噪音政策與管理類議題演講主席-日本神奈川環境研究中心 Shigenori Yokoshima (左)、挪威科技工業研究院 (SINTEF) Truls Gjestland (右)

摘錄「2023年國際噪音年會」與本署相關之研究議題

項次	發表國家	編號	論文主題	論文題目
1	中國	3-15-5	Physiological & Emotional Responses to Environment Sound	Interactive soundscape design in enhancing perceived safety in urban spaces at night
2	香港	3-9-2	Tire & Road Noise	Latest Development of Low Noise Road Surfacing in Hong Kong- Application on Local Roads with Different Road Characteristics
3	日本	3-4-1	Measurement & Control of Ship Noise Venue	Review and discussion of recent publications on underwater noise from shipping
4	日本	3-4-13	Effect of Noise on Aquatic Animals & Noise Exposure Criteria	A guidance on measurement and evaluation methods for underwater sounds focusing on offshore windfarms
5	德國	3-5-15	Supersonic Aircraft Noise	Predicting take-off noise, sonic boom, and landing noise of supersonic transport aircraft concepts
6	澳洲	3-11-13	Noise Policy & Management: General	Challenges in predicting and managing construction noise impacts in urban environments. Case studies from Sydney, Australia.
7	德國	3-11-14	Noise Policy & Management: General	The link between noise emission data, product safety and noise risk assessments
8	印尼	3-12-7	Vehicle Noise & Vibration	Analysis of Noise Level Due to Heavy Vehicle Traffics in the Area of Cement Plant
9	日本	3-14-8	Acoustics of Education Spaces	Study on noise and vibration when the train passes for nursery schools located under the elevated railway
10	日本	3-15-8	Response to Noise & Vibration	Effects of Railway-induced Noise and Vibration on Sleep Disturbance in Detached Houses
11	泰國	3-1-2	Diversity of Local Noise Issues in the World	Characteristics of community responses to airport noise around Bangkok International Airport
12	德國	3-8-9	Modeling & Numerical Simulation	Applying time-resolved noise maps to assess the impact of road-traffic measures on wake-up reactions in urban environments



## 一、Interactive soundscape design in enhancing perceived safety in urban spaces at night

### 互動式聲景設計可增強夜間城市空間的安全感知

- (一) 夜間城市空間的交互式音景（指人類感知的聲音環境）設計對提高人們的安全感有著重要的作用，基於先前的研究發現，音景對於夜間城市行人的心理感知有著影響，該研究選擇了幾個典型的夜間城市空間進行實驗，並使用了一種交互式音景調整方法，讓受測者獨立地混合和調整六種聲音水平，以獲得最有助於安全感的聲音環境組合，同時完成了前後優化的聲音環境安全感知問卷調查。
- (二) 在實驗過程開始之前，收集了一些典型城市夜間戶外空間的圖像，包括商業區旁的城市道路、住宅區沿街道路、公園廣場、公園綠地、河岸步道、商業步行街、橋下空間和社區廣場等，這些城市靜態圖像被用來創建一份問卷，受測者被要求在其中選擇他們會對安全感到擔憂的情境，這裡的安全感定義為人們被搶劫、遭受身體攻擊、侵犯或騷擾的情況，以及他們是否會在這些情況下感到擔心或緊張。最後，選擇了受測者認為安全的前三個城市夜間空間：住宅區道路、公園和沿河步道，將重點關注這三個典型的夜間城市空間，探討如何利用互動聲景設計來提高這些空間的安全感知。已經有研究顯示，在靜態圖像、動態圖像或更具沉浸感的媒體呈現方法方面，受測者的安全感知評估分數沒有顯著差異。因此，為了方便同時選擇和調整視覺感知和聲音行動，該研究選擇為受測者提供夜間城市空間的實時視頻進行評估。



圖、三個城市夜間空間：住宅區道路、公園和沿河步道。

- (三) 數據結果顯示，人們創造的音景對於安全感的感知有著積極的影響，步伐聲和交談聲是音景混合中最受歡迎的聲音，這些結果為夜間城市友好的聲音環境的發展提供了信息，通過增強行人對夜間城市公共空間的安全感，增加了

與城市公共空間的互動，交互式音景設計在公園場景中比在街道空間和河岸步道中更有效地提高安全感，機械噪音是最不受歡迎的聲音之一，這與先前的研究結果一致，顯示機械聲音會影響人類聽覺能力，不利於從壓力中恢復，會引起不良情緒和刺激反社會行為。相反，人類交談和步伐聲是更受歡迎的聲音之一，提供了「與他人在一起」的感覺。

- (四) 如果要播放自然聲音，人們希望聲音與實際視覺相一致-例如，在沿河步道上的空間中添加流水聲，雖然先前的研究顯示性別差異對行人對安全感的感知有顯著影響，但在特定城市場景中添加音景時，除了機械聲音外，男女對聲音類型的偏好沒有顯著差異，因此可以暫時忽略性別差異。此外，添加音景對於改善公園場景中的安全感知比在街道和河岸步道中更有效。

## 二、Latest Development of Low Noise Road Surfacing in Hong Kong- Application on Local Roads with Different Road Characteristics 香港低噪音路面最新發展-在不同道路特性的本地道路上的應用

- (一) 香港像其他大都會城市一樣，道路交通噪音是一個嚴重的問題。香港政府透過全面的噪音規劃過程，針對新道路項目或新住宅發展項目預防道路交通噪音問題。對於現有道路的交通噪音，政府已採用各種噪音緩解策略，例如使用低噪音道路表面材料（LNRS）進行重新鋪設、安裝噪音屏障等，以解決噪音問題。截至目前，改性摩擦層（PMFC）是香港最常採用的 LNRS，它是高速公路和快速道路的標準道路表面材料。然而，由於其開放紋理，尤其是對於常見的道路特徵，如頻繁啟動和停止、急轉彎、路邊停車等，對於普通道路來說耐用性較差，為了蒐集適合普通道路的 LNRS 材料，啟動了一個試驗計畫，該計畫評估了新開發的 LNRS 材料-改性石墨瀝青混凝土（PMSMA6）在具有常見道路特徵的當地道路上的降噪性能和工程可行性，分享香港 LNRS 試驗計劃的經驗和最新技術發現。
- (二) 香港是一個國際大都市，經濟和城市發展快速增長，由於人口急劇增長，自 1970 年代初以來，城市發展，包括新城鎮和城區建設一直在進行中。在城市擴張的早期階段，主要重點是增加住宅開發的土地供應，以應對快速增長的人口，這與其他海外城市類似，在早期城市發展的優先事項是滿足不斷增長



的住房需求，而在規劃階段並未考慮環境影響，結果是許多住宅大樓過去靠近主要道路，這導致居民暴露於交通噪音等環境問題之中。香港特別行政區政府制定了各種交通噪音緩解策略，包括應用低噪音道路表面材料（LNRS）等，以應對交通噪音影響。

（三）為了緩解現有道路的交通噪音，香港特別行政區旨在盡可能地控制交通噪音，並採取交通噪音緩解措施，以應對 L10（1 小時）超過 70 dB（A）4 的交通噪音水平的現有道路，噪音緩解措施包括使用 LNRS 材料重新鋪設道路和安裝噪音屏障或圍欄，當制定減少道路交通噪音的噪音緩解措施時，成本效益也會考慮在內，以最優化措施，在 LNRS 和噪音屏障之間，使用 LNRS 材料重新鋪設道路比安裝噪音屏障更具成本效益。因此，香港特別行政區已將使用 LNRS 材料重新鋪設道路作為緩解道路交通噪音的首要選擇，而非提供噪音屏障或圍欄，對於交通噪音水平遠高於 70 dB（A）的現有道路，僅使用 LNRS 材料可能不足以將交通噪音降低到可接受的水平，在這種情況下，香港特別行政區將考慮採用不同組合的 LNRS 和噪音緩解選項，以最優化最有效和高效的緩解方案來減輕道路交通噪音影響。

（四）在當地道路上廣泛應用 LNRS 不僅可以保護附近居民免受過度交通噪音的影響，還可以在其他道路段上提供更安靜的環境，有助於實現高質量、可持續和宜居城市的目標。因此，值得考慮在當地道路上進行全區域範圍的 LNRS 廣泛應用計畫，以解決現有道路的交通噪音影響問題，為了促進 LNRS 的廣泛應用，香港特別行政區多年來一直在調查不同的 LNRS 材料以鋪設各種道路類型（例如高速公路、快速道路、當地道路），已經啟動了不同 LNRS 材料的現場試驗計畫，以評估和監測可能的 LNRS 材料的降噪性能和工程可行性。

（五）在香港，高速公路和當地道路上的道路交通情況差異很大。在高速公路上，車輛交通流相對平穩，而在當地道路上，車輛交通流受到常見道路特徵的影響，例如急轉彎、在紅綠燈（停車線區域）前剎車、路邊停車區等，由於 LNRS 的耐用性主要受到道路特徵和交通情況的影響，因此上述常見道路特徵和交通情況會導致 LNRS 更多的磨損和損壞。因此，香港特別行政區已進行了研

究和現場試驗計畫，以蒐集更耐用的 LNRS 材料，在當地道路上使用。當地道路上的現場試驗計畫涉及兩種不同類型的 LNRS 材料，即改性摩擦層（PMFC）和 6mm 名義最大骨料尺寸的改性石墨瀝青混凝土（PMSMA6），以測試其降噪性能和工程可行性。

（六）除了 PMSMA6 的降噪性能外，還每月監測相關道路段的道路狀況以評估其耐用性。根據例行道路檢查的結果，在 5 年（60 個月）監測期內可以保持 PMSMA6 在當地道路上的耐用性，發現一些當地道路特徵適合在瀝青公路基層上使用 PMSMA6，在監測期內不需要重新鋪設工程，包括：停車場、進出口、具有平穩交通流量的上坡或下坡、公共汽車站上具有不大於 5%坡度的道路段、停車線區域及轉彎處。

（七）另一方面，在上述交通情況中如果重型車輛如公共汽車佔主導地位時，在監測結果中觀察到缺陷。因此，在頻繁有重型車輛交通情況下並不適合使用 PMSMA6。就 PMFC 和 PMSMA6 在香港普通當地道路情況下的表現而言，PMSMA6 表現出可比的降噪性能並且比 PMFC 更耐用。現場試驗結果顯示，在香港當地道路上可以將 PMSMA6 作為 LNRS 材料之一。

（八）香港特別行政區致力於解決交通噪音問題以保護公眾利益。除了針對新項目制定戰略性噪音規劃和對現有道路進行噪音屏障/圍欄改造外，香港特別行政區還努力蒐集最適合當地道路使用的 LNRS 材料，有效控制香港交通噪音問題的原則是在可行和資源允許範圍內盡可能控制噪音源頭，因為這是最具成本效益的方式來減輕道路交通噪音，研究顯示在香港當地道路上使用 LNRS 可以在源頭處降低道路交通噪音並且更容易更廣泛地應用。將會持續進行關於各種不同道路情況下新 LNRS 材料的調查以蒐集更多廣泛應用的 LNRS 選項以減輕道路交通噪音影響問題。

### 三、Review and discussion of recent publications on underwater noise from shipping 關於航運水下噪音的最新出版物的回顧和討論

（一）國際海事組織目前正在研究修訂商業航運水下噪音減少指南，說明這些研究的知識基礎以及重要利益相關者的觀點，有關商業航運水下噪音和通過設

計、工程和操作措施減輕對海洋生物影響的最新論文進行了綜述。這些是國際海事組織在最新一輪中選擇的指南，總結了國際海事組織的最新進展，包括修訂後的指南和日本提出的修訂，並將其與綜述出版物放在上下文中。評估了 36 篇有關減緩方法、建模、測量技術和生態系統影響的論文。結論是，對於許多利益相關者來說，最合適的指南應包括：(1)設定及遵守目標噪音水平的清晰程序和指示。(2)確定測量程序。(3)數值建模。(4)實現目標的監測計畫。

(二) 海洋生物學家的研究報告指出，商業航運水下輻射噪音（URN）對海洋生態系統產生了許多不良影響，但由於各種知識差距，他們尚未提供清晰、無可爭議的證據。因此，利益相關者對 URN 的興趣不強，國際海事組織（IMO）在 2014 年制定的有關 URN 的指南通常未被遵守，IMO 決定修訂指南，旨在增加利益相關者的興趣並積極減少 URN。

(三) 近年來，海洋生態系統受到船舶水下輻射噪音的影響，國際海事組織（IMO）也已開始對此進行討論，提出了一系列預防和減少船舶水下輻射噪音的措施，包括試行修訂指南、NMP 標準化和強制性等。

(四) IMO 提出的下一步措施包括試行指南、提高意識、噪音管理計畫（NMP）過程標準化、目標發展、工具開發、強制性 NMP、信息共享和 GHG 相關研究等，日本提出的建議包括試行修訂指南、間接管理方法等，已審查的論文主要涉及 URN 測量方法、URN 建模、緩解措施和生態系統影響等。

(五) 針對以上問題，提出了一個易於使用且對航運業相對輕鬆的 NMP 模板，其中包括確定受保護海區、設定 URN 目標、確定基線 URN、URN 降低方法和相關行動、考慮 URN 降低之間的相互關係、監測和評估以及建立減少 URN 的激勵計畫等步驟。

(六) 總之，針對 URN 問題，需要更多技術層面的減緩措施，IMO 正在改變他們的立場，積極探討如何減少船舶水下輻射噪音對海洋生態系統的影響，希望通過本文提出的 NMP 模板，能夠更好地解決 URN 問題，保護海洋生態系統。

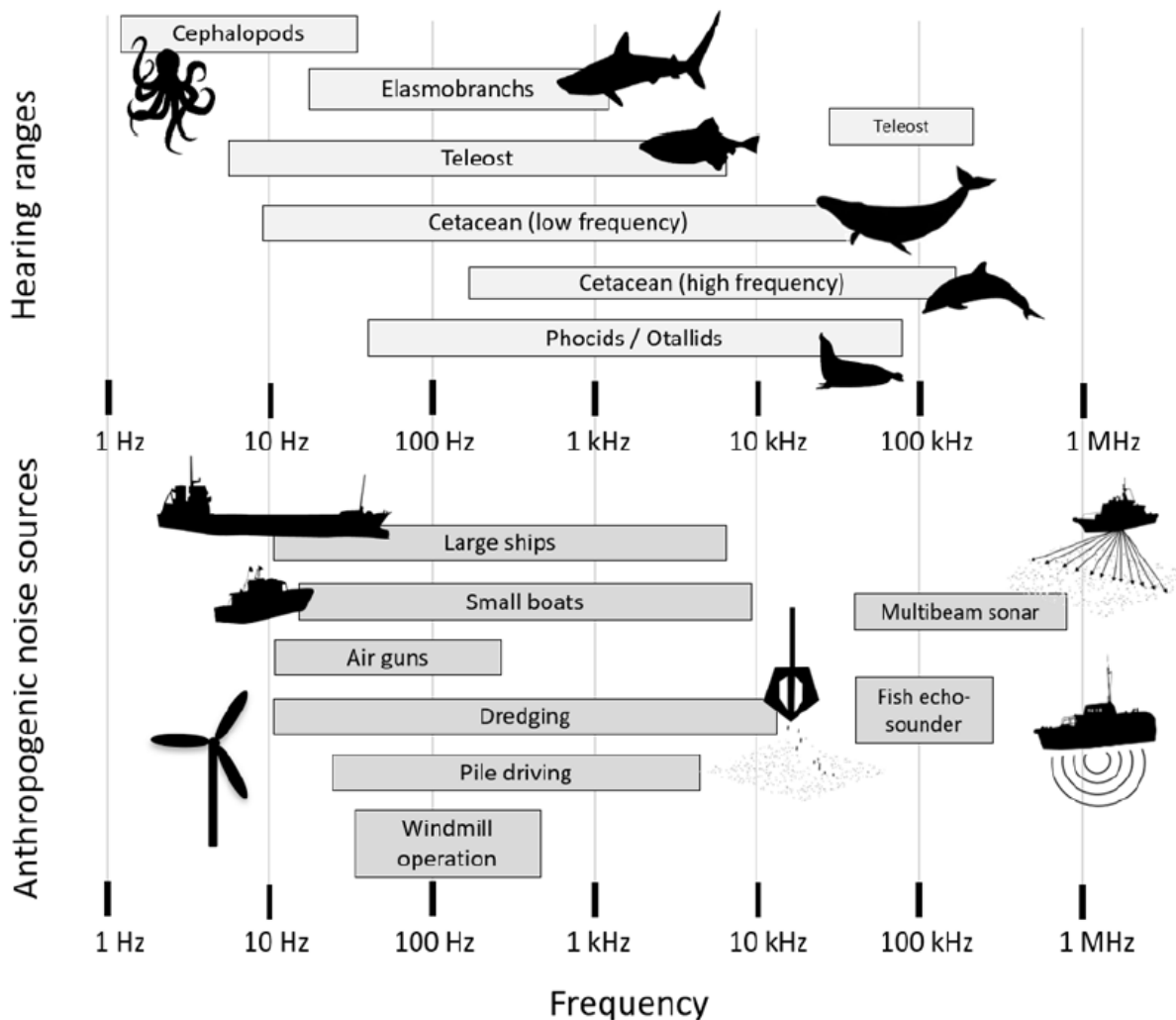
#### 四、A guidance on measurement and evaluation methods for underwater sounds

focusing on offshore windfarms 以離岸風電場為重點的水聲測量與評估方法指南

- (一) 近年來，實現碳中和已成為全球的議程。海上風力發電預計將成為主要的可再生能源來源。在建設和運營期間，由於樁基打擊和風車旋轉而產生的強烈脈衝噪音和長期持續噪音會對水生動物產生影響。因此，2021 年，由日本海洋聲學學會組織的研究小組提出了一份有關水下聲音測量和評估方法的指南，指南聚焦於水下噪音測量方法和評估噪音對水生動物的影響，建議使用固定記錄器進行長期記錄，以確定潛在建設現場的背景噪音水平及其季節性變化，從樁向三個方向測量接收到的聲音級，距離可達 6 公里，以了解由於複雜的淺水傳播而產生的非對稱噪音場，背景噪音水平遮蔽輻射聲音的距離被定義為「安全距離」，噪音影響評估應在此距離內進行，該指南尚需要根據現場測試進行修訂，此外，需要針對海洋中每個物種制定噪音暴露準則。
- (二) 無論是風力發電建設和運營、船舶、空氣槍及回聲探測器等海洋活動都不可避免地會產生噪音，這些都是人為的噪音源，水下聲音比空氣中的聲音傳播速度快 4.5 倍，並且可以傳播很長的距離。在海洋中創建和引擎噪音中的大部分能量主要集中在低頻範圍，低於 1 kHz，這是許多水生動物最敏感的頻率（圖）。
- (三) 國際標準組織已經發布了深水航運聲音測量的標準（ISO 17208-1:2016）。然而，淺水標準仍處於開發階段，打樁聲音的測量也已經發布（ISO 18406:2017），但是文件中記錄的方法比較定性，模糊的測量方法選擇不允許在不同測量之間進行比較，為了比較目的，需要一份有關水下聲音測量和評估的指南，例如源級、傳播損失和頻率特性應該是可比較的，否則就無法進行環境影響評估。
- (四) 2019 年日本海洋聲學學會組織了一個工作小組，並於 2021 年 3 月發布了「水下聲音測量和評估方法指南」，對所提出指南的主要要點和未來政策建議的描述，海洋的環境背景噪音和生物群落在每個水域都是不同的，建議針對海洋生物制定區域性的聲音暴露標準，而不是全球性標準，特別是在溫暖的沿

岸水系統中，生物背景噪音水平通常比冷水系統中高，在制定過於嚴格或過於寬鬆的標準之前，需要收集可靠的科學證據，為了進一步研究，提出了三個必須完成的項目。

1. 建立可靠的水下聲音測量指南：需要標準化測量方法並創建測量案例數據庫。基於此，將進行聲音暴露實驗和影響評估，由於海上風力渦輪機的尺寸將會增加，因此過去的測量數據可能無法使用，最好建立每個風力渦輪機建設和運營噪音目錄。
2. 開發焦點水域周圍的背景噪音地圖：由於自然背景噪音作為參考信息太少，因此重要的是使用校準水下記錄器長時間記錄背景噪音變化，以計算目標聲音的影響因素。



3. 對水生生物進行聲音暴露實驗：需要在控制聲學環境下對各種海洋生物進行

行為和生理效應實驗，在漁業非常活躍的區域，除了海洋哺乳動物外，收集有用漁業物種的數據尤其重要，在小型水箱中進行聲音暴露實驗時需要注意許多要點，注意到聲音效果可以在小型水箱中測量，但是必須小心遵循提供的協議。

- (五) 在碳中和的目標下，海上風力發電是一個非常重要且有前途的領域，在實現可持續發展之前，必須考慮其對生物群落造成的影響。因此，需要制定適當的指南和政策來管理其建設和運營，相信在各方共同努力下，可以實現碳中和目標並保護海洋生物群落。

## 五、Predicting take-off noise, sonic boom, and landing noise of supersonic transport

aircraft concepts 預測超音速運輸機概念的起飛噪音、音爆和著陸噪音

- (一) 2023 年德國航空航天中心 (DLR) 啟動了 STORMIE (超音速運輸開放研究模型及其對環境的影響) 項目，重點是預測和減少民用超音速運輸的環境及人類影響，產生的數據將用於向國家和歐洲當局提供信息，以便討論國際民用航空組織航空環境保護委員會 (CAEP) 對超音速飛機的認證標準。
- (二) 為了評估環境影響，將設計代表性的民用超音速商務噴氣機和客機概念，文中概述 DLR 在評估和減少超音速飛機降落和起飛噪音以及音爆方面所進行的過去和正在進行的活動。不同精度級別的數值方法被應用，並將在後續項目階段通過聆聽測試模擬數據進行聲學模擬，總結了 STORMIE 項目中首批與噪音相關的活動。
- (三) 民用超音速運輸面臨三大環境挑戰：降落和起飛噪音、音爆以及排放量比亞音速飛機增加，這些環境影響的認證標準仍在討論中，一方面這對製造商構成了相當大的風險，因為他們無法完全確信開發的飛機將符合未來的國際標準。另一方面，當局面臨著定義認證標準的挑戰，因為對於超音速飛機，驗證科學數據的可用性有限。因此，國際研究機構 (即 NASA、JAXA、ONERA 和 DLR) 和大學正在應用其工具並提高其能力，以增強對可能的未來超音速運輸 (SST) 的環境影響預測的信心，並向 ICAO CAEP 討論認證標準。
- (四) DLR 的 SST 研究主要是在歐洲委員會 (EC) 資助的項目中進行的。DLR 參

與的第一個大型 EC 研究項目是 HISAC（環保型高速飛機，2005 年至 2009 年），HISAC 進行了不同 SST 概念的多學科設計和評估。

(五) DLR 在不同精度級別上具有預測和減少亞音速飛機噪音的專業知識和驗證方法。在上述所有項目中，DLR 開發了用於數值預測和減少超音速飛機環境影響的工具。這些方法大多是從驗證過的亞音速噪音預測方法中得出的，並被適應為可適用於超音速飛機。

(六) 上述所有項目都有共同點：(a)所調查的配置要求 DLR 有限制使用權；(b)它們與當前工業設計存在顯著差異；(c)配置的設計不足以啟動高精度模擬和評估。因此，STORMIE 項目旨在設計代表性的超音速飛機概念，以評估和減少其環境影響。

(七) 用於估計降落和起飛（LTO）噪音和音爆的方法，此外，它還提供了將在 STORMIE 中開發的配置的基本描述。這些配置旨在與感興趣的合作夥伴共享，以便未來發布的數據可以由獨立機構驗證，以獲得對環境影響的共同理解，相比 DLR 參與的其他項目，STORMIE 涵蓋了特定環境影響之間的權衡，並在設計過程早期整合了影響評估，以實現代表工業概念的配置，DLR 關注超音速飛機設計和環境影響方面已完成和正在進行的項目歷史，STORMIE 項目中針對 SST 噪音進行了最近發展。

(八) 在 STORMIE 中，將設計兩架超音速商務噴氣機（低噪音和正常噪音）和一架超音速客機，並分析其產生的環境影響，DLR 可用於估計和減少超音速飛機 LTO 噪音和音爆的不同精度級別的數值方法，STORMIE 項目中獲得的 LTO 噪音結果將用於執行聆聽實驗以估計由於 LTO 噪音而可能引起社區困擾的潛力。

## 六、Challenges in predicting and managing construction noise impacts in urban

environments. Case studies from Sydney, Australia. 預測和管理建築噪音影響的挑戰城市環境，在澳洲的案例研究。

(一) 近年來，澳大利亞重大基礎建設項目的批准取決於經過嚴格的環境評估程序，以證明這些提案的影響是可以被接受和令人滿意地管理的，作為這一程



序的一部分，通過預測影響的程度和持續時間來進行建設噪音評估，考慮到像悉尼地鐵這樣的重大基礎建設項目的規模、複雜性和交付計畫，環境影響評估的方法通常是基於早期概念設計和假設進行的，以便考慮到潛在的最壞情況影響，持續的設計開發和施工方法仍在進行中，由負責項目工程交付的承包商最終確定。因此，可以在評估過程中建立保守層級，以確保理解環境影響並考慮適當的減緩措施。此外，普遍使用的預測噪音建模工具被認為低估了城市場景中住宅建築提供的障礙插入損失，進一步加劇了建設噪音影響的過度預測，文中通過案例研究，探討了評估和管理悉尼地區重大基礎建設項目建設噪音所面臨的挑戰。

(二) 環境噪音是現代生活中不可避免的一部分，特別是在更城市化的地區，人類活動可能掩蓋自然源產生的噪音。在各種環境噪音源中，交通運輸負責一些最重要的影響，因此也是最被充分了解、研究和管理的，相反，由於其暫時性和變化性，建設噪音往往是最不被了解和管理的，建設噪音是指由一系列活動產生的噪音，例如土地清理和土方工程、現有結構物的拆除、新設施的建造以及與這些活動相關的材料的到達和移除，這些活動在有限時間內進行，並應該能夠與現場任何持續運營活動區分開來。因此，噪音減緩範圍可能包括額外措施，這些措施通常不會被考慮用於永久性操作噪音影響，例如替代住宿和臨時休息。

(三) 通過三個案例研究，探討了在城市邊緣環境中一個重大基礎建設項目所產生的建設噪音模型預測實際影響的準確性以及相關減緩策略，該研究還討論了不準確的預測對周圍社區的影響，除了爆破和水下效應外，建設噪音不太可能對社區造成聽力損傷風險，然而，它可能會通過增加煩惱來不利影響社區居民的生活質量，並可能導致睡眠障礙，建設噪音本質上沒有什麼特別之處，它可以包含其他環境噪音的所有特徵，例如：過度大聲、有衝擊性、發生在敏感或意外的時間、有調性。

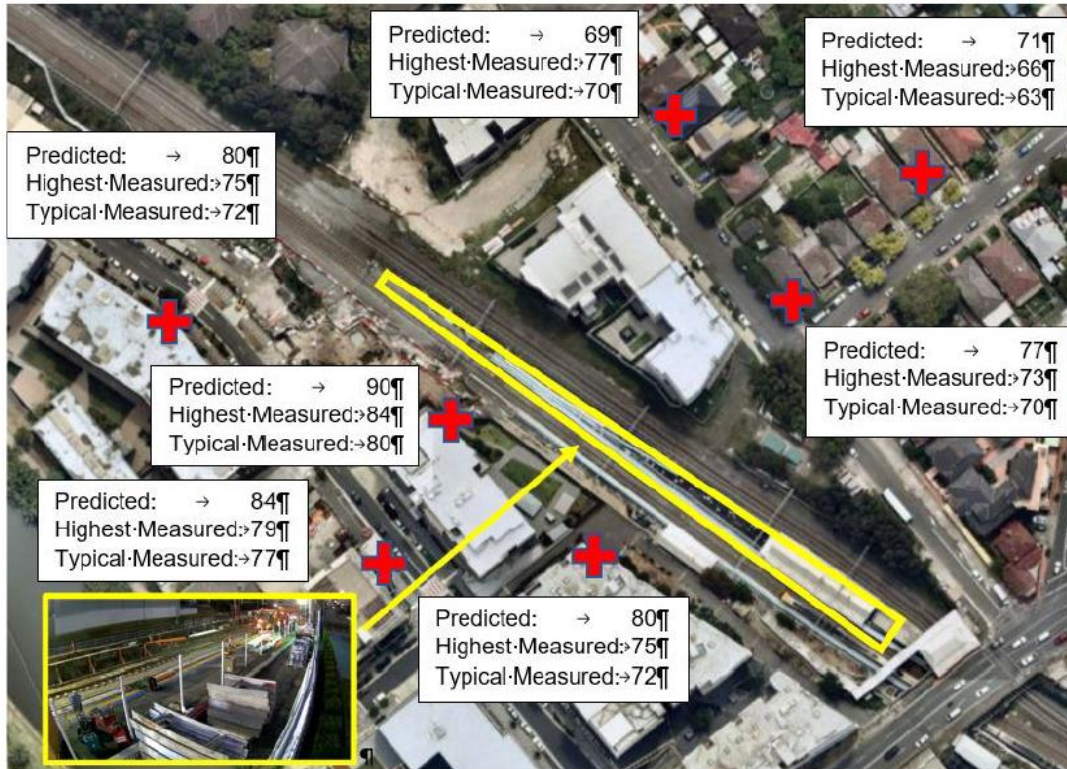
(四) 儘管夜間建設活動引起的睡眠障礙可能是最重要的影響之一，在白天進行的建設也可能干擾人們在家中、工作場所或學習場所、宗教場所或從事被動活動或業務時的安寧，在某些項目上，根據批准的工作時間，建設噪音有可能

在 24 小時內引起干擾，如果沒有得到適當管理並且沒有迅速解決特定社區關注問題，可能會導致負面投訴和行動，進而影響項目進展和最終施工成本。因此，從建立對敏感社區噪音影響水平進行準確預測開始，可以形成確定噪音影響水平並確定任何必要措施以解決更重要影響並使其減少到可接受水平所必需的關鍵基礎。

(五) 管理建設活動產生的噪音通常需要遵守環境規劃立法，正如可以預料到的那樣，在不同國家和司法管轄區域之間評估這些影響所需求的要求差異很大，並且遵從和執法制度也有所不同。

(六) 圖中呈現的結果顯示，同時利用所有可能使用的設備的最壞情況預測場景不太可能反映現實情況，在本案例研究中，典型測量水平通常比預測值低約 8 dB (A) 左右。有一個異常值，其中預測水平比典型水平低 1 dB (A)。無法確定這是因為工作區域擴大了，但是注意到該位置主要沒有受到建築物屏蔽，也注意到隨著距離噪音源的後退距離增加沒有累積性增加超預測情況，這顯示在案例研究二中使用的預測模型在更長距離上更好或至少具有更多相關輸入比案例研究一採用的更好。對於用於輸入預測模型中的設備  $L_w$  值進行審查似乎比用於案例研究一更現實。根據預測的影響，悉尼地鐵提供了 200 多個替代住宿方案。

(七) 在第 3 個案例研究中，識別了第三個建設現場，在其中可以獲得與第 2 個案例研究類似的長期測量。同樣地，該站正在進行車站設施的重大工程。這些工程計畫 24 小時全天候進行，在此期間正常列車運營受到限制。然而，由於發現嘈雜工作比案例研究二更加間歇性，因此認為在各種距離退後工作時進行同步測量更合適（與案例研究一所做的相同），以檢查預測聲能損失與實驗測量之間的關係。選擇了兩個傳播路徑，一個沿著道路一般無阻礙，另一個則被一層或兩層建築物阻礙。



圖、預測並測量了悉尼建築工地的噪音影響。

(八) 建設噪音對重大基礎建設項目的影響被過度預測的觀察在三個案例研究中得到了驗證，過度預測的原因可能是多種因素的組合，主要涉及預測模型的輸入，建設噪音模型的基礎並不是很完善，依賴於主要用於其他目的的算法，如 ISO 9613-2，至少在城市化環境中的重大基礎設施項目周圍的複雜噪音集水區中並不令人滿意，需要進一步研究城市區域地面衰減和住宅建築提供的插入損失，選擇建設工程預測模型時，還應考慮其他關鍵噪音特徵的性能，如低頻噪音，這些特徵在常見的預測模型之間已被證明存在顯著差。

(九) 就經常提供給夜間受高噪音影響的居民替代住房這一問題而言，過度預測是一個重要問題。儘管這似乎是安全、保守和預防性的，但現實情況是，過度預測可能會導致一些重大且潛在的反效應，包括：

1. 社區的通知疲勞和緩解疲勞，例如，替代住房是夜間嘈雜工作的重要緩解和最後防線，但也會對居民造成不便。
2. 與社區查詢的通知和管理相關的資源成本。
3. 對項目溝通團隊施加壓力以合理化緩解措施，尤其適用於替代住房，因為噪

音預測通常顯示需要向工地周圍大面積的住宅物業提供替代住房。

4. 對項目造成不必要的緩解成本（特別是如果實際上不需要使用替代住房）。

## 七、 The link between noise emission data, product safety and noise risk assessments 噪音排放資料、產品安全與噪音風險之間的聯繫

（一）噪音誘發的聽力損失已經廣為人知，但全球仍有許多工人暴露在有害噪音水平之下，通過從源頭解決噪音問題來解決這個問題，歐盟機械指令 2006/42/EC 要求製造商提供其機器的噪音排放數據，以通知用戶有關相關噪音風險的信息。此類信息促進了機器的安全使用，對於產品安全至關重要，標準化、可比較的噪音排放數據對於 **Sell & Buy Quiet** 的成功也至關重要，然而，需要進一步做出努力，以增加對可靠噪音排放數據和安靜機器的需求。使用聲音預測工具需要可靠的噪音排放數據，可以支持風險評估並預測新機器的影響，這在計畫階段就可以實現。

（二）根據 2013 年全球疾病負擔研究，聽力損失是導致殘疾年數（YLD）的前五大原因之一，僅次於腰痛、抑鬱症、缺鐵性貧血和頸痛。這突顯了聽力損失對全球人口的重大影響，許多國家已經制定了規定，以減輕工作場所的噪音暴露；然而，職業性噪音仍然是工人聽力損失的主要風險因素，佔成年人聽力損失的 7% 至 21%（對於不同地區平均為 16%），在減少聽力損失風險方面，噪音排放聲明的作用至關重要，通過提供準確的噪音排放數據，製造商可以幫助雇主識別和控制工作場所的噪音風險，文中介紹了歐盟保護工人免受噪音危害的方法以及降低其機器帶來的噪音危害。

（三）然而，歐盟保護工人免受噪音危害的方法，並不僅限於對機械製造商的責任，雇主作為對其工人最有權力和法律責任保護他們的人，也必須減少和管理暴露於噪音中的工人風險。此外，可靠的噪音排放數據對於促進 **Sell & Buy Quiet** 概念至關重要，該概念有助於從源頭解決噪音問題，因為使用更安靜的機器和設備會導致工作場所整體噪音水平降低，在歐盟中甚至存在一種隱含的責任，要求雇主購買新設備以減少其工人的噪音暴露。

（四）噪音排放數據如何幫助雇主進行噪音風險評估，這是歐盟雇主義務所必需

的。它還解釋了不僅僅是雇主，還包括職業健康和安全（OSH）顧問、規劃師、建築師等都可以從噪音排放數據中受益，因為它們允許人們預測新機器對工作場所整體噪音水平的影響以及計劃降低噪音暴露的新工作場所。此目的可以使用聲音預測工具實現。

（五）在選擇和採購工作場所的機器時，雇主、機器買家和其他 OSH 利益相關者可以通過應用「購買新穎」概念保護工人免受噪音危害並通過其行動加強對更安靜產品的需求，以便製造商提供更安靜的產品，NOMAD 指南 Buy Quiet-Advice for buyers of machinery（安靜購買-給機械買家的建議）支持選擇更安靜的機器，因此也有助於增加對此類機器的需求。

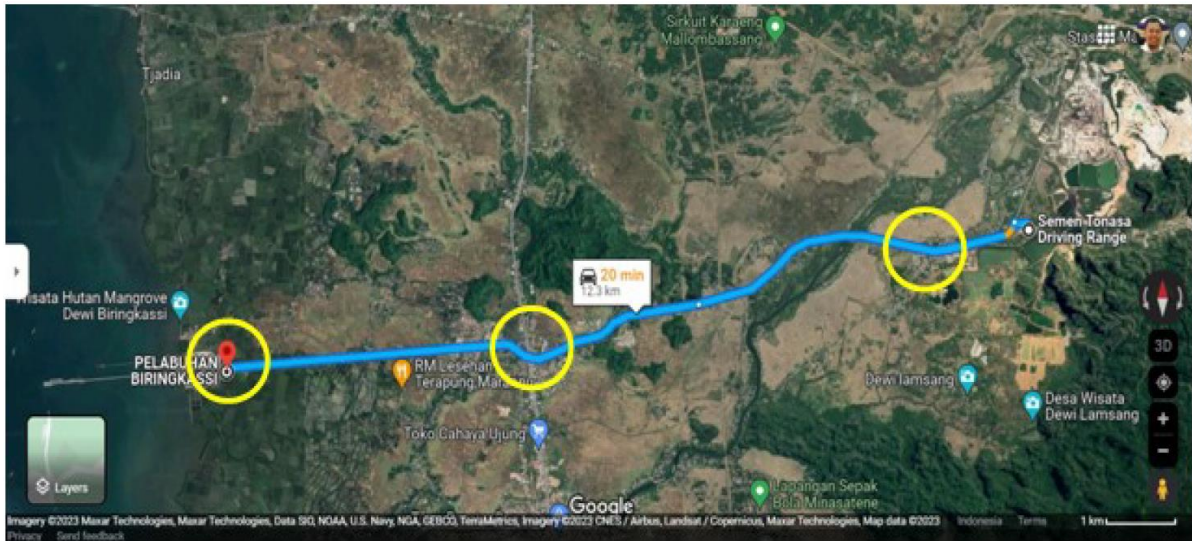
（六）所有聲源的噪音排放數量 $L_{WA}$  和 $L_{pA}$  的知識和足夠準確性對於支持職業風險評估的聲音預測至關重要，A 加權聲功率級 $L_{WA}$  代表一台機器向其周圍發射不同方向的所有聲成分之總和，它用於計算房間反射和距離源頭減少噪音暴露。然而，指定給機器工作站的額定聲壓級 $L_{pA}$  是評估該位置噪音暴露的重要參數，它不足以作為直接風險評估唯一信息，在實踐中常常被忽視，這顯示由製造商正確確定和正確指定的噪音排放數據不僅對產品安全至關重要，而且對職業安全和健康具有高度重要性。

（七）由於確定噪音排放數據涉及相當大的努力，特別是在聽覺測試室之外，聯邦職業安全與健康研究所正在開發方法簡化多級項目實踐導向簡化噪音排放測量方法，這些簡化在支持製造商特別是中小企業確定其機器的噪音排放，然而只有在歐盟指令下公佈在歐盟官方期刊中的協調標準與符合性推定相關聯，因此必須首先將這些方法納入現有或新的噪音排放測量標準中，為此聯邦職業安全與健康研究所正在積極推動其在德國標準化協會（Deutsches Institut für Normung, DIN）和國際標準化組織（ISO）相關標準化委員會中實施。

八、 Analysis of Noise Level Due to Heavy Vehicle Traffics in the Area of Cement Plant  
對水泥廠區域內重型車輛交通噪音水平的分析。



(一) 偏遠村莊工業區的發展往往吸引人們就近居住，形成聚落群的自發性發展，不幸的是，在許多情況下，新住宅區沒有事先規劃，房屋建在交通繁忙的路邊，忽略了可能的噪音污染危險，Poros Tonasa 2 路段是連接印尼東部地區主要水泥製造廠 PT Semen Tonasa (PT-ST) 和該省主要國道 Maros-Makassar 交匯處的主要支路之一，環境中的主要噪音問題是由屬於 PT-ST 的重型車輛造成的，該公司佔地 715 公頃，位於 Pangkep 縣 Bungoro 區 Biringere 村，距離該省首都望加錫市約 68 公里。



圖、研究地點

(二) 該研究的目的是確定 PT-ST 地區通往 Biringkassi 港口的 Poros Tonasa 2 公路上重型車輛產生的噪音水平，使用的方法是使用聲級計(SLM)。研究結果顯示，Poros Tonasa 2 道路上重型車輛的噪音水準為 85.42 dB (A)，Bungoro 十字路口為 81.10 dB (A)，Pahlawan Laut 道路至 Biringkassi 的噪音水準為 82.4 dB (A)，PT-ST 地區的噪音超過了環境部長令 KEP-48/MENLH/11/1996 中規定的噪音閾值，最高噪音水準為 85.42 分貝 (A)，超過允許標準 70 分貝 (A)，比標準高出 18%，此噪音等級屬於高噪音，可能危害水泥廠區周圍環境中人類的健康。

(三) 交通運輸在世界發展中的重要性是多方面的，因此交通運輸是一種在人類生活中發揮作用的手段，既是為了人類之間交往的連續性，也是讓人類更容易將貨物從一個地方運送到另一個地方的工具，優質運輸服務的提供有助於促進經濟發展，為其他部門各種活動的改善和發展提供服務。

(四) 就像交通運輸領域出現的許多問題一樣，道路交通噪音是大多數人的主要幹擾源，交通噪音的來源是兩輪、三輪或四輪車輛，通常包括急煞車或高速行駛時輪胎與路面的機械摩擦、油門踏板踩得太過的排氣聲或模仿排氣聲、同行之間的碰撞聲等，車輛、喇叭聲等出現的噪音問題之一是水泥廠區重型車輛產生的噪音。

(五) 水泥工業區連接道路與軸交叉口，重型車輛通行量較大，低速車輛通行繁忙，由於水泥廠生產水泥，導致區內道路上水泥運輸車、挖土機、輪式裝載機等運載水泥的重型車輛車流量大，同時在最近的港口，由於港口活動，特別是當船舶靠泊、裝卸貨物時，涉及人員和重型設備時，會產生噪音，實驗及噪音分析的重點區域是三個人口稠密的區域，即水泥廠附近、主幹道交會處、水泥裝運港等區域，重型水泥裝車車速相對較低，噪音持續時間較長。

(六) 所進行的研究是定量研究，使用聲級計(SLM)進行資料分析和處理，產生噪音值，然後使用 Microsoft Excel 進行資料處理，根據分析結果，將產生 L90、L50、L10 和 Leq 雜訊分佈數據，從而產生 Leq-day，Leq (等效連續聲級) 是指一段時間內與實際脈動雜訊總能量相同的恆定聲壓級或與一段時間內實際脈動雜訊總能量相同的實際恆定聲壓級，Leq 也稱為等效連續聲級或時間平均聲級。

(七) 根據已獲得的測量結果和計算結果，可以得出以下結論：

1. Jalan Poros Tonasa 三個測量點的重型車輛噪音水準為 85.42 dB (A)；Bungoro 交叉口為 81.10 dB (A)，Biringkassi 港為 82.04 dB (A)，PT Semen Tonasa 地區這三個點的噪音超過了環境 KEP-48/MENLH/11/1996 中規定的閾值。

2. 發生的最大噪音水平為 85.42 dB (A)，超過 70 dB (A) 的品質標準 18%，這會對居住在 PT Semen Tonasa 地區的人們的健康產生負面影響。

## 九、Study on noise and vibration when the train passes for nursery schools located under the elevated railway 列車通過高架線下幼兒園時噪音與振動研究

(一) 兒童保育在日本日益受到關注，特別是隨著雙收入家庭數量的不斷增加。主

要問題之一是幼兒園的候補名單。在東京都會區，可用於設立托兒所的空間有限，接送孩子時的聲音和汽車的噪音常被認為是一種幹擾。因此，由於土地充足且靠近車站，方便家長接送孩子，在高架鐵軌下設立托兒所的案例增加。

- (二) 位於高架鐵軌下的幼兒園被認為比普通幼兒園更容易受到火車噪音和振動的影響，鑑於兒童每天大部分時間都在幼兒園度過，他們的聲音和振動環境必須充分改善，以利於他們的健康和發展，為了解決這個問題，進行了一項調查，以了解在高架鐵路軌道下建立的幼兒園在保護兒童聲音和振動環境方面的現狀。調查發現，截至 2022 年，東京都會區（東京、神奈川、千葉、埼玉）有超過 90 所高架鐵路下的托兒所。
- (三) 關於托兒所的聲音，2020 年日本將《學校建築聲環境標準與設計指南》中教室建議的 A 加權聲壓級值擴大到包括托兒所和幼兒園教室。然而，高鐵軌道下幼兒園等特殊聲音環境對兒童和幼兒教師影響的研究仍很少，為了解決這知識差距，對經過高架鐵軌下幾所幼兒園的火車進行了聲音和振動測量，此外，還進行了問卷調查，以了解火車通過時的聲壓級差異是否會影響托兒所老師的感知。
- (四) 為調查這個問題，根據列車經過的聲音和振動測量結果，對分為兩組的六所學校的保育員進行了問卷調查：第一組包括三所算術平均 A 加權聲壓級為 50 分貝或更高的幼兒園（幼兒園 A、B 和 C），第二組包括三所算術平均低於 50 分貝的幼兒園（幼兒園 D、E 和 F）。對於振動測量結果，第一組包括 4 所幼兒園，其 10 毫秒時間常數的算術平均振動水準為 60 dB 或更高（幼兒園 A、B、C 和 D），而第二組則包括 4 所幼兒園。兩所算術平均值低於 60 分貝的幼兒園（幼兒園 E 和 F）。

表、幼兒園概要

Nursery schools	Opening year	Acceptance age	Number of children /Capacity	Number of child-care workers	Floors	Floor space (m <sup>2</sup> )	Flooring	Sound absorbing material	Nursery rooms pillars leading from the elevated railway
A	2013	0~5	76/70	21	1	513	Wooden floor	None	Exist
B	2018	0~5	52/90	25	1	473	Wooden floor	None	Exist
C	2015	0~5	89/90	23	1	566	Wooden floor	None	Exist
D	2013	0~5	69/60	18	2	536	Wooden floor	None	Exist
E	2014	0~5	37/60	15	1	391	Wooden floor	None	None
F	2000	0~5	31/30	16	1	186	Wooden floor	None	Exist

(五) 調查結果顯示，兩類學校中超過一半的幼兒教師表示能夠聽到火車噪音。然而 A 計權聲壓級為 50 分貝或更高的幼兒園的反應要高出約 11%，第一組對火車聲音的擔憂往往更高，有 32.1% 的受訪者表示對火車聲音的擔憂，而第二組中只有 5.3% 的受訪者表示擔憂。然而，在與聲音相關的問題方面，兩組之間沒有觀察到顯著差異。

(六) 關於震動，感受到火車震動的托兒所老師較少。然而，振動水平（10 毫秒時間常數）為 60 分貝或更高的幼兒園中有 13.5% 報告經歷過振動，而第二組則沒有，同樣振動水平（10 毫秒時間常數）為 60 分貝或更高的幼兒園中，有較高比例的受訪者表示對火車振動表示擔憂。然而與有關火車聲音的問題相比，較少的托兒所老師往往擔心振動。

(七) 值得注意的是，儘管振動水平低於 60 dB（時間常數為 10 ms）的幼兒園有 100% 的受訪者表示不擔心列車振動，但仍有 10.5% 的受訪者表示有必要採取振動對策，此外，即使在振動程度（10 毫秒時間常數）為 60 分貝或更高的托兒所中，表示需要採取列車振動對策的受訪者比例也明顯高於擔心列車振動的受訪者比例，這顯示受訪者已經意識到「雖然我不擔心火車振動，但採

取對策是必要的」。

(八) 根據這些結果，顯示幼兒園老師更有可能聽到並注意過往火車的較大聲音。然而，托兒所老師對聲音和振動的評價並不一定一致，因此，應仔細研究評估振動對幼兒教師影響的適當方法。

(九) 總之，這項研究為了解火車噪音和振動對幼兒園的影響提供了寶貴的見解。結果顯示，可能有必要採取對策來解決對火車振動的擔憂，即使托兒所老師並不認為這些振動令人困擾，建議進一步進行調查，對更廣泛的幼兒園進行評估，並考慮適當合理的評估方法，透過這樣做可以確保兒童的健康及福祉，在他們花費大量時間的環境中得到保護。

#### 十、Effects of Railway-induced Noise and Vibration on Sleep Disturbance in Detached Houses 鐵路噪音和振動對獨立住宅睡眠障礙的影響

(一) 鐵路引起的噪音和振動對居住在獨立住宅的人們的日常生活產生重大影響，特別是在日本的城市地區，之前的研究顯示，噪音和振動造成的煩惱因鐵路類型而異，無論是高速新幹線鐵路還是傳統鐵路，此外，這些研究還量化了噪音和振動暴露對每個鐵路類別的煩惱的個體影響，在這項研究的基礎上，試圖調查噪音和振動對居住在獨立住宅中的個人主觀睡眠障礙的影響。

(二) 在分析中使用了與先前的研究相同的資料集。採用多元邏輯迴歸分析來估計噪音和振動暴露對睡眠障礙的各自影響。夜間聲壓級被用作噪音暴露的衡量標準，而垂直方向的最大振動水平被用作振動暴露的衡量標準，研究結果顯示，無論鐵路類型如何，睡眠障礙不僅受到噪音暴露的影響，而且還受到振動暴露的影響，此外，觀察到噪音暴露對傳統鐵路的睡眠障礙有更大的影響，而振動暴露對新幹線鐵路的影響更大。

(三) 2018 年發布的《歐洲地區環境噪音指南》中，提供了不同噪音源的建議暴露水平，包括  $L_{den}$  和  $L_{night}$  值。這些指南是基於一項調查的薈萃分析，該分析檢查了  $L_{den}$  煩惱與  $L_{night}$  睡眠障礙之間的關聯，值得注意的是，睡眠障礙可能是由噪音和振動引起的，因此了解這些暴露對個人的影響至關重要，許多研究在現場和實驗室環境中探討了噪音和振動對睡眠結果的綜合影響，



在這項研究的基礎上，目的是確定噪音和振動對居住在鐵路沿線獨立房屋中的個人自我報告的睡眠障礙的影響。

- (四) 該研究使用 13 個資料集進行了二次分析，這些資料集也在先前的研究中使用過。透過對個體數據進行多元邏輯回歸分析，估計了傳統鐵路和新幹線鐵路中噪音和振動暴露對睡眠障礙的影響。
- (五) 研究強調了鐵路引起的噪音和振動對居住在獨立住宅的個人睡眠障礙的重大影響，已經證明噪音和振動暴露都會導致睡眠障礙，其各自的影響因鐵路類型而異，這些發現有助於了解噪音和振動對睡眠障礙的個別影響，並可為減輕鐵路引起的噪音和振動對住宅區的不利影響提供指導和策略，需要進一步研究來蒐集有效解決這些問題的潛在幹預措施和解決方案。
- (六) 研究證實，鐵路運輸的噪音和振動都會影響睡眠障礙，居住在新幹線附近的居民受振動的影響大於噪音的影響，而居住在傳統鐵路附近的居民則受噪音的影響大於振動的影響，這種影響的差異不是由鐵路的特性造成的，而是由噪音和振動暴露之間的相對關係造成的，新幹線鐵路的歧視性較低可能是因為調查是在噪音和振動環境發生重大變化的情況下進行的，這些變化可能導致了過度反應，從而減少了歧視，需要進一步研究來確定鐵路引起的噪音和振動對人類健康的長期影響。鐵路運輸中的噪音和振動都會影響睡眠，對於傳統鐵路來說噪音的影響更大，而對於新幹線鐵路來說，振動的影響更大，這些發現對於政策制定者和城市規劃者設計和實施有效的噪音和振動緩解措施以保護鐵路交通附近居民的健康和福祉具有重要意義，需要進一步研究來確定鐵路引起的噪音和振動對人類健康的長期影響。

## 十一、Characteristics of community responses to airport noise around Bangkok

### International Airport 曼谷國際機場周圍社區對機場噪音的反應特徵

- (一) 機場開發案對各國經濟成長發揮至關重要的作用，然而這些項目也帶來了環境影響，包括噪音污染，了解社區對機場噪音的反應對於長期規劃和預防噪音相關問題至關重要，文中重點介紹 2014 年至 2015 年間在曼谷國際機場(蘇凡納布機場)周圍社區進行的社會噪音調查，收集數據為機場的發展計畫提

供了寶貴見解，以解決飛機運作產生的噪音問題。

- (二) 機場噪音規劃的必要性：隨著機場擴建並處理更多的空中交通，解決潛在的噪音相關挑戰變得勢在必行，蘇凡納布機場於 2006 年啟用，目前正計畫透過擴建跑道和客運大樓來增加容量，對機場噪音進行橫斷面研究對於規劃未來和避免嚴重的飛機噪音問題至關重要，此階段從現場收集的數據可以作為未來機場噪音管理的基線，並在擴大機場容量之前提供有價值的資訊。
- (三) 航空樞紐的環境影響：航空樞紐，尤其是像蘇凡納布機場這樣的大型樞紐，不可避免地會因其相關的經濟活動而對環境造成影響，這些影響包括各種污染物，例如飛機運作產生的噪音、噴射引擎的空氣排放和溫室氣體排放，在機場的陸地方面，還有其他污染問題，包括生活廢水和糞便、固體廢物和危險廢物、停機坪活動產生的有害物質、當地空氣品質、噪音暴露水平和溫室氣體。
- (四) 蘇凡納布機場的環境問題：蘇凡納布機場位於泰國昭披耶河東側的沖積平原上，面臨多項環境挑戰，機場在雨季容易發生洪水，歷史上曾是流入泰國灣的洩洪道，其他環境問題包括機場內的灌溉管理、機場外的排水以及跑道附近和飛行路徑沿線的鳥類控制。
- (五) 結論與未來的工作：在蘇凡納布機場周圍進行的社會噪音調查旨在調查受訪者報告的噪音困擾，收集的數據代表噪音及其影響之間的關係，特別關注噪音-劑量關係曲線，本文透過對蘇凡納布機場飛機運作的調查，概述了輿情數據的特徵。
- (六) 研究團隊計畫對數據進行詳細分析，包括與噪音暴露程度、PF 研究和其他因素的交叉分析，團隊的目標是繪製一條全面的噪音-劑量關係曲線，反映飛機噪音對機場附近居民生活品質的影響，這些結果將有助於對蘇凡納布機場服務第一階段的飛機噪音影響進行基礎研究。
- (七) 該研究中使用的標準化評估方法為未來機場社會噪音調查奠定了基線數據，研究結果將與未來的擴建階段甚至其他機場進行比較，以全面了解機場噪音及其對社區的影響，了解社區對機場噪音的反應對於有效的長期規劃至關重

要，從蘇凡納布機場周圍的社會噪音調查中收集的數據提供了寶貴的見解，將為未來的機場發展計畫提供參考，並確保採取積極措施來減輕與噪音相關的問題。透過考慮社區反應的這些特徵，機場可以努力與周圍社區可持續、和諧共處。

## 十二、Applying time-resolved noise maps to assess the impact of road-traffic measures on wake-up reactions in urban environments 探討城市區域交通措施對附近居民夜間醒來反應的影響

- (一) 該研究探討城市區域交通措施對附近居民夜間反應的影響，這些措施包括柏林一部分選定街道的路障和限速，使用 CNOSSOS-EU 的時間分辨噪音映射方法，在離散位置計算噪音水平，根據研究建立的指標，估計反應次數和醒來頻率，結果顯示交通限制在夜間減少了導致醒來的不良睡眠干擾。
- (二) 環境噪音是城市居民面臨的主要困擾之一，噪音污染不僅會導致生活質量下降，長期來看還會導致嚴重的健康問題，世界衛生組織估計，每年至少有一百萬個健康失能調整生命年因為環境噪音的影響而喪失。
- (三) 其中最有害的影響之一是由夜間交通噪音引起的睡眠障礙，大多數關於噪音相關健康影響的環境研究使用平均值，例如等效日-晚-夜聲壓級(SPL)LDEN作為基礎指標。然而，對於睡眠來說，考慮噪音事件的時間結構非常重要，因為不同的噪音分布對睡眠的影響不同，在這方面已經建立了一個暴露-反應關係，提供了單次旁路事件最大 SPL 和相應的醒來反應概率之間的關係，該研究使用此暴露-反應關係來確定柏林典型夜晚在相關位置居民的醒來反應次數。此外，評估不同道路交通措施（如限速和路障）對醒來反應次數和睡眠質量的影響。
- (四) 為了估計典型夜晚期間醒來反應次數，採用多步驟工作流程，首先使用 SUMO（城市移動仿真）在微觀層面上模擬柏林選定區域的交通流量，SUMO 的輸出包括所選區域內所有車輛的時間分辨軌跡，這些軌跡與射線追蹤技術和 CNOSSOS-EU 指南結合起來生成時間分辨噪音地圖，該指南提供計算道路交通噪音排放和傳播的質量框架，最後在選定位置識別夜間發生的單次旁

路事件，並從時間分辨噪音地圖中確定相應的最大 SPL，從而可以使用暴露-反應關係計算相關的醒來反應概率，發現與等效夜間 SPL LN 預測的趨勢進行比較，並分析這種時間平均噪音指標在評估道路交通噪音對所考慮區域睡眠質量的負面影響方面是否合適。

- (五) 文中介紹生成時間分辨噪音地圖的技術；估計在所考慮區域選定位置單次旁路事件引起的醒來反應次數；研究不同交通措施（如路障和限速）對醒來反應次數的影響，並將這些結果與使用平均 SPL LN 在夜間期間作為指標時預測的趨勢進行比較。
- (六) 開發了一種在整個城市區域內計算時間分辨噪音地圖的技術，這種方法結合了道路交通模擬 SUMO 和基於射線追蹤算法和 CNOSSOS-EU 指南的噪音映射技術，應用這種方法生成了柏林 Lausitzer Platz 周圍區域的時間分辨噪音地圖。研究了兩種不同的交通情境，一種是適用規則的情況，另一種是實施了多種交通措施，如路障及限速，使用這些時間分辨噪音地圖，能夠研究所選交通措施對由夜間道路交通噪音引起的居民醒來反應預期次數的影響。
- (七) 在所考慮區域內選擇了十個代表性位置，並使用暴露-反應關係估計由單次旁路事件引起的醒來反應次數和概率，將這些結果與等效夜間聲壓級 LN 預測的趨勢進行了比較，可以得出結論，LN 在定性上重現了一般趨勢，然而在幾個位置上，觀察到由 LN 預測的噪音引起醒來反應概率與實際情況存在很大偏差，這些偏差是因為 LN 只代表平均噪音指標，而醒來反應對噪音的時間分布非常敏感。
- (八) 因此，密度更高但更均勻的交通分布可能會比稀疏但不均勻的交通情況更具有突出性旁路事件引起更大噪音峰值時，即使平均更大，也會導致醒來反應次數顯著減少。

## 肆、心得及建議

### 一、心得

- (一) 在東京舉辦的 Inter-Noise 2023 噪音年會，來自 43 個國家的 1,200 多名與會者參加了會議，與來自不同行業的專業人士齊聚一堂，討論噪音控制工程和解決方案，會議的主題是「創造一個更安靜、多元化和包容的社會」，這個主題鼓舞人心，為了實現一個更和平與和諧的世界，必須接受各種形式的多樣性，包括年齡、性別和國籍。會議議題廣泛，包括工程科學、交通與工業、空間與材料、人文與社會、噪音控制創新方法等，看到這麼多專家為減少噪音污染的共同目標而努力，會議上分享的知識及想法在全世界帶來更有效的噪音控制政策和實務工作，共同努力為每個人創造一個更和平、更安靜的世界。
- (二) 我國環境保護部參加了人文社會科學噪音政策與管理會議，在 8 月 23 日 202 會議室發表論文「在臺灣以聲音照相科技執法技術推動高噪音車輛稽查」，旨在讓世界各國了解，近年來涉及機動車噪音的案件有增加的趨勢，也成為臺灣民眾關注的問題，自 2021 年起，臺灣實施車輛檢查聲音執法技術，車輛行駛時噪音超標將直接罰款，這一做法得到了沿線居民的一致好評，滿意度接近 90%。
- (三) 本部與來自新加坡陸路交通管理局、俄羅斯民航環境安全中心、日本汽車製造商以及其他噪音領域相關人士的與會者就報告內容交換了意見，會議期間，相關國家也提交了有關噪音技術及其對公眾健康影響的論文，為我國未來噪音管理策略提供了寶貴的見解，這些討論或研究有助於政策實施提供參考，以確保公民和環境的福祉。
- (四) 參加這次會議能夠分享在臺灣使用聲音照相執法技術進行高噪音車輛檢查的經驗，居民的積極回應以及與噪音管理領域的國際專家交流意見，進一步為臺灣民眾維護寧靜、健康環境的目標，此外，臺灣將繼續蒐集陣列式麥克風運用創新作法，期望並與有興趣的國家交流合作，改善噪音管理策略。
- (五) 藉由學習其他國家的經驗，收集世界各地噪音控制的資訊，可參考幫助臺灣



與全球標準和最佳實踐保持一致，噪音年會供了與其他國家分享經驗並進行富有成果的資訊交流的機會，這對於制定臺灣未來的噪音控制策略以及有效解決我國噪音陳情案件日益嚴重的問題政策及管理方法息息相關，透過這樣做，可以更好地改善噪音陳情案件，並確保國民有一個安靜的環境。

## 二、建議

(一) 在考慮噪音控制的應用及我國的噪音政策時，建議評估事項：

- 1.公平影響：評估弱勢群體是否過度承受噪音負擔非常重要，需要確保臺灣的噪音控制措施是公平的，不會對某些社區造成不成比例的影響。
- 2.衡量噪音的指標：在評估噪音的影響時，尤其是與健康負擔相關的影響時，應該質疑臺灣使用的指標是否準確地反映了問題的真實程度，這一點尤其重要，因為噪音對健康的影響是討論的熱門話題。
- 3.努力實現有意義的噪音控制：臺灣應該致力於提供更有意義的噪音控制措施，而不是只滿足最低要求，這意味著超越基礎知識，積極尋找降低噪音水平並改善受影響社區生活品質的方法。
- 4.公眾和社區的參與：讓公眾和社區參與噪音控制的決策過程至關重要，透過積極與環保團體接觸，政府可以獲得寶貴的見解，解決機關及團體的關切，並確保政府的政策和措施有效並受到好評。

(二) 營建工程噪音管制建議作法

- 1.主要是針對整體音量進行管制，不能超過噪音管制標準，特別是夜間和假日午間的施工噪音，絕對不能使用動力機械來妨礙大家的安寧。
- 2.為了推動營建工程自主管理，提倡在進行高噪音施工階段之前，先與周圍居民進行協商，採取減噪措施，舉辦一些宣導說明會或協談會議，讓業者了解噪音防制的重要性，同時，也可以請敦親睦鄰的居民幫忙，共同改善防音措施，減少對周圍民眾的困擾。
- 3.定期進行噪音監測，或者在工地上設置噪音監測顯示看板，讓大家隨時可以了解施工現場的噪音情況，同時指導工地遵守營建工地噪音防制技術指引，

並且要求大型環評開發案的工地必須落實環評噪音防制的承諾事項，通過這些措施，能夠在營建工程中更好地管理噪音問題，保護周圍居民的生活品質，讓社區更加安寧舒適。

### （三）娛樂場所在營業管制建議

- 1.夜間娛樂場所可與地方政府合作監測噪音，有助於掌握噪音標準保持在可接受的範圍內，並防止對附近居民造成乾擾，透過定期檢查確保娛樂場所符合噪音法規，這將有助於為顧客和附近居民維持一個和平的環境。
- 2.場所可考慮在娛樂場所實施降噪措施，例如隔音或限制一次性進入的顧客數量，這將有助於最大限度地減少噪音對周圍社區的影響。
- 3.可以發起教育和宣傳活動，鼓勵娛樂場所更加關注其對社區的影響，包括提供有關噪音法規和減少噪音污染的資訊。

### （四）臺灣車輛噪音管制策略及控制，多方面考慮可以解決的方法，透過這些想法，為民眾創造寧靜和諧的環境。

- 1.臺灣各縣市正在採取措施減少車輛噪音污染，一是執行噪音法規，並對超過法定噪音限制的車輛處以罰款，另一項策略是鼓勵使用電動和混合動力汽車，這些汽車比傳統汽油動力汽車產生的噪音更少。
- 2.除了這些措施之外，個人還可以採取一些措施來減少自己對車輛噪音污染的影響，這包括維護車輛以確保其平穩安靜地運行，避免不必要的鳴笛或引擎加速，以及在可能的情況下選擇騎自行車或步行等替代交通方式。
- 3.儘管做出了這些努力，車輛噪音污染仍然是臺灣許多地區的嚴重問題，為了真正解決這個問題，包括政府、汽車製造商及車主在內的所有利害關係人必須共同努力尋找有效的解決方案，透過採取協作方式，有可能減少車輛噪音污染的負面影響，為所有居民創造一個更和平、更宜居的環境。

### （五）部會與地方合作落實車輛噪音之源頭管理，以有效改善改裝車輛噪音

- 1.為落實機動車輛噪音源頭管理，環境部與交通部共同推動機動車輛改裝排氣管認證與變更登記制度，環境部負責訂定機動車輛替換用消音系統認證管理

- 規範，交通部配合修訂道路交通安全規則附件 15 第 3 點有關改裝排氣管變更登記規定及加強檢驗查核，未來車主如使用非經認證排氣管，可依道路交通管理處罰條例規定處罰。
2. 針對使用中車輛噪音稽查部分，地方政府加強聲音照相科技執法工作，環境部補助地方提升科技執法量能，提前至 114 年完成全國設置 306 套設備，以有效維護環境安寧。
  3. 末端管制部分，加強環、警、監於夜間時段執行聯合稽查之強度擴大維護夜間寧適環境，針對汽機車噪音有違反各地方政府依噪音管制法第 8 條公告及車輛行駛時經聲音照相或攔查檢測超過噪音管制標準者，進行加重裁罰。

# 附件一

## Using acoustic camera technology on inspection of noisy vehicles in Taiwan

Yi-Hui Hsieh<sup>1</sup>, Wei-Chong Chang<sup>1</sup>, Pei-Hsiou Ding<sup>1</sup>, Meng- Yu Tsai<sup>1</sup>  
Environmental Protection Administration Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)  
83, Zhonghua Rd. Sec. 1, Zhongzheng District, Taipei City 100006, Taiwan

### ABSTRACT

*In recent years, noise complaints on motor vehicles had shown an increasing trend and became an environmental concern issue in Taiwan. Since 2021, innovative acoustic camera technology used to inspect high-noise vehicles exceeding "Vehicle Noise Control Standard" would be fined. There are 111 sets of acoustic camera equipment using in 21 counties and cities in Taiwan, and local government issued 4,099 fines to violating vehicle owners. This environmental policy has been supported by people living near major road with ninety percent satisfaction.*

*Currently, acoustic camera technology with sound radar adopted by some cities in France to locate noisy vehicles accurately and issue fines automatically. Array sound camera technology has been used to inspect noisy vehicles in Netherlands and Germany. Taiwan is the first country in Asia to use acoustic camera technology conducting inspections and law enforcement against noisy vehicles. The sound camera technology system is mainly composed of high-speed camera equipment, sound level meter and license plate recognition system. Fixed systems are prior to set on specific road in hot spots of public complaint to inspect and outlaw noisy vehicles.*

*After implementation of acoustic camera technology in these years, some challenges need to overcome. First, people doubt with accuracy and fairness of law enforcement equipment. Second, noise judgment of multi-source vehicle with law enforcement. To improve accuracy of law enforcement and multi -sound source vehicle noise judgment, technology of combining sound photography with array microphones is developing in Taiwan. In the future, we plan to conduct research on multi-source vehicle noise judgment technology to improve inspection efficiency and ensure a peaceful environment.*

### 1. Foreword

#### 1.1 Policy origin

The environmental protection authorities accept complaints from the public about the nuisance of noisy vehicles, and how to prevent and enforce the issue effectively has always been a topic to tackle. However, due to the deficiency of regulation, measurement technology and adequate equipment in the past, even a lot of manpower and time had been spent, the results were still ineffective. Moreover, difficulties of acquiring noise evidence that made the cases questioned and dissatisfied either by the informants and the reporting vehicle owners. The top three of the noise complaints sources in Taiwan were vehicles, construction projects, and entertainment business places, among which the vehicles noise reporting cases were 28,933 as about 27% of all cases in 2019. The population was about 23.6 million and the number of automobiles and motorcycles was about 22.11 million in 2019. There was almost one automobile/motorcycle per person on average that was high dense and wide distributed. Unlike other noise sources such as construction noise, which is controlled by time period and classified zone, the vehicles run on road and residential areas all the time, causing annoyance at any time, so the control is difficult but necessary.

<sup>1</sup> yhhsiehyh@epa.gov.tw

<sup>1</sup> weichong.chang@epa.gov.tw

<sup>1</sup> phding@epa.gov.tw

<sup>1</sup> mongyu@epa.gov.tw



To resolve the issue, since 2019, Taiwan Environmental Protection Administration (TEPA) developed new enforcement strategies. The goal is to break through the existing framework constraints and lead in state-of-the-art digital technology. It is expected to enforce and prevent noisy vehicles more effectively and provide a comfortable and peaceful environment for the public.

### 1.2 Overview of the vehicle noise control measures

Since vehicle noise is fleeting with the rapid movement of automobiles and motorcycles, it is rather difficult to enforce and control. Therefore, besides the enforcement and fines for in-use vehicles, the measure has set up a gatekeeping mechanism for the source control. Any vehicle should meet the new vehicle noise standards before sale, and with the following controls measures such as vehicle noise reporting, joint inspections, anti-remodified plans, etc., to establish overall control measures.

### 1.3 Current control measures encounter problems

In the past, the in-use vehicles only tested with stationary noise (to the right of Figure 1), the behavior of driving noise could not be reproduced. As a result, most of the noisy vehicles on the road might pass the standards. It caused the vehicle owners would complain the government's policy and the people disturbing by vehicles would question the government's credibility and professionalism. Even more manpower put in, the public grievance was still there.



Figure 1 EPD, police and motor vehicle office officials on inspection and stationary test in-situ

On the other hand, the inspection could only curbs the noisy vehicles temporarily and the test site should comply with the CNS 5799 national standard. In addition, vehicle annoyance occurs anytime and anywhere, but the inspection manpower cannot be put in for 24 hours a day. The noisy vehicles often showed up after the officials are off duty.

### 1.4 Can noise be suppressed by taking a photo?

In order to tackle the current regulatory dilemma, while refining the control strategy and strengthening the ability of scientific and technological inspections, TEPA starts from various aspects and formulates improvement strategies for the problems. Since 2019, the concept of digital technology law enforcement has been introduced, combined with noise measurement technology and license plate recognition system, and the innovation of "acoustic camera technology law enforcement" has been developed. The technological equipment has been used to assist and strengthen the banning of noisy vehicles and to complement the previous restrictions on proof of noise banning and manpower issues. During the pilot stage, the process of "notification to inspection" was compared and

exchanges of opinions were held many times to collect on-site experience to make corrections. The feedback from the pilot stage showed that after the launch of "Acoustic Camera Technology Law Enforcement", in addition to the advantages of easy evidence and strong deterrent effect, the manpower use was also more flexible. But the subsequent notification process of inspection did not save administrative costs, and it was still impossible to reproduce the real noise history by stationary test. Therefore, breaking through the framework of the past and thinking about the revision of the law, if the vehicle exceeds the standard while driving and be issued a fine directly, there is no need to notify the owner of the inspection, which can greatly improve efficiency.

Therefore, after evaluated the feasibility of the license plate recognition and noise measurement technology, TEPA started to develop an integrated acoustic camera system, and refer to the speed enforcement camera law and completed the design of relevant law enforcement authorization, equipment specifications, etc. TEPA built innovative vehicle noise control measure "Acoustic Camera Technology Law Enforcement" has comprehensively improved the inspection capacity of noisy vehicles , and greatly improved the efficiency of law enforcement and sanctions.

**2. Method**

**2.1 Project history**

While making the direct penalty policy of "Acoustic Camera Technology Law Enforcement", SWOT analysis was used to analyze the possible impact of external environmental strategies on the items such as Strengths, Weakness, Opportunities and Threats to understand the opportunities and challenges, and then formulated the best promotion strategy and method. Through the above analysis, the promotion process focused on the five aspects of "Technical research and development", " Regulation revision", "Operation quality assurance/control", "Focus communication" and "Implementation enforcement"(as Figure 2). After continuous efforts and refinement, the acoustic camera technology law enforcement implemented on January 1, 2021.

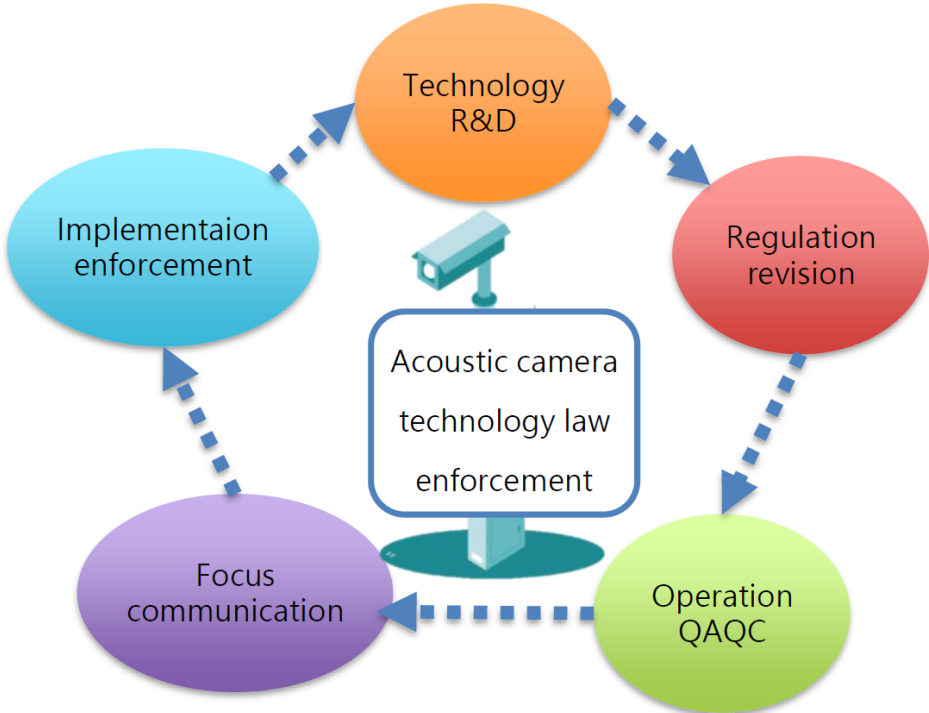


Figure 2 "Acoustic camera Technology Law Enforcement" Five Aspect Diagram  
**2.1 The development history of hardware equipment**

In recent years, acoustic camera noise radars have been used in some places in France to precisely locate noisy vehicles and issue fines automatically. The Netherlands and Germany also use array acoustic camera technology to enforce the law and conduct inspections of high-noise vehicles. Taiwan is the first country in Asia to use acoustic camera technology for law enforcement equipment, technology and development. Based on license plate recognition and noise measurement technology has matured, the prototype of the integrated acoustic camera system has been developed. (as shown in Figure 3), and then since April 2020, with reference to the police speed camera mode, research and development of equipment that can directly produce evidence to issue penalties, integrating noise meters, anemometers, license plate recognition equipment, cameras and other hardware (Figure 4 ),



Figure 3 The initial prototype of acoustic camera system ( Left: vehicle type / Right: fixed type )

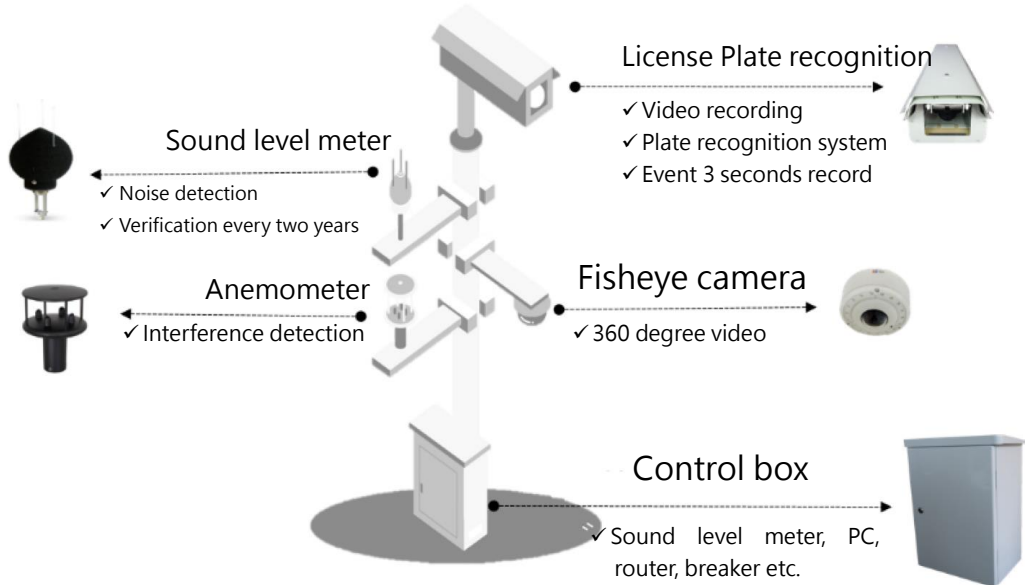


Figure 4 Composition of acoustic camera equipment

## 2.2 History of regulation establishment

"Acoustic camera technology law enforcement" direct penalty is a brand-new law enforcement concept in Taiwan. Therefore, legal regulatory and instrument specifications need to be established in conjunction. There is no limit standard for "vehicles in motion" in the in-use vehicle noise control standard, and there is no law enforcement basis and setting specifications for the direct evidence of scientific and technological instruments. More importantly, the specifications and accuracy verification methods of the instruments must also be formulated simultaneously.

In terms of the instrument specification and accuracy verification, the "Motor Vehicle Driving Noise Measurement Method - Image Assisted Method (NIEA P211.80B)" is added to clarify and standardize the verification methods such as instrument accuracy and hardware specifications requirement to ensure the quality and fairness of test data for law enforcement equipment and instruments. The method was announced on October 15, 2020.

On the legal side, by revising the "Noise Control Measures of Motor Vehicles in Use" and setting up equipment installation specifications to complete the basis for law enforcement, and revising the "Motor Vehicle Noise Control Standards" of "Driving Noise Standards" to regulate the noise of moving vehicles. The limit value is set to come into effect on January 1, 2021.

The purpose of acoustic camera technology law enforcement is to ensure the environmental tranquility needs of densely populated areas and specific areas such as schools and hospitals. The road speed limit in these areas is mostly between 30 km/h and 70 km/h. Therefore, TEPA has collected the noise values of motor vehicle full-throttle tests in recent years, using the inspection data of 1,369 automobiles and 1,352 motorcycles, as a total of 2,721 new models verification data, for big data analysis.

It is found that the analyzed vehicle speed is below 50km/h and between 50 km/h and 70 km/h, based on the possible noise value of the vehicle, and the noise value of the vehicle in use is analyzed: below the speed of 50 km/h, the noise value of the full throttle of all vehicles does not exceed 86 dB(A); and the speed between 50 km/h to 70 km/h, it does not exceed 90 dB(A).(Figure 5)

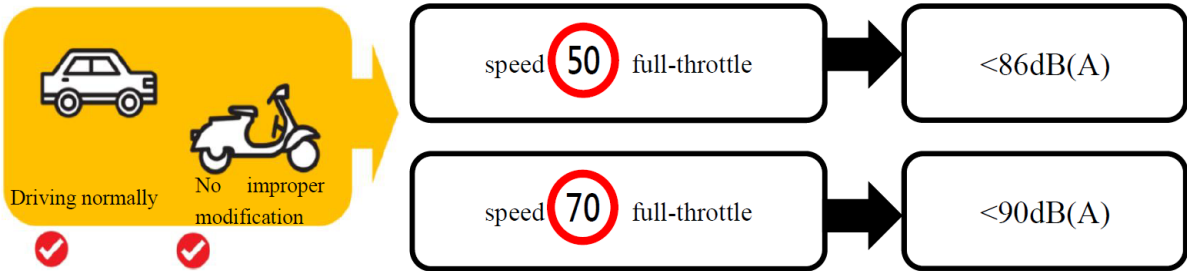


Figure 5 Schematic diagram of data collection method

According to the aforementioned analysis results, TEPA has revised the noise of driving motor vehicles on December 1, 2020, regulating the speed limit of lanes below 50 km/h, and the noise during driving shall not exceed 86 dB(A); the speed limit of lanes is 50 km/h to 70 km/h, the control standard shall not exceed 90 dB(A).

## 2.3 Case and equipment quality control

In order to ensure the impartiality and objectivity of the law enforcement of acoustic camera technology, the rules of acoustic camera "Triple certification of equipment" and "Double checks on penalty cases" is formulated as follows:

### **2.3.1 Triple certification of equipment**

1. Certification by the Bureau of Standards, Metrology and Inspection of the Ministry of Economic Affairs (BSMI, MOEA): The sound level meter is a legal weighing and measuring instrument announced by the BSMI. Therefore, a Class 1 sound level meter approved by the BSMI must be used for acoustic camera system and be verified by the BSMI every 2 years.
2. Verification by the EPA: Each sound camera system must be sent to a national-level regulatory noise laboratory designated by the EPA for system comparison and verification once a year to confirm that the accuracy and precision of the equipment meet the standards before law enforcement can be carried out.
3. Calibration by the local Environmental Protection Department (EPD): In order to ensure the stability of the sound camera system, the reading of the sound level meter must be confirmed every 3 days, and the system clock must be calibrated every 5 minutes.

### **2.3.2 Double checks on penalty cases**

1. Excluding of background noise interference: The background noise correction is required during the law enforcement process of the acoustic camera equipment. In addition to the noise generated by vehicles, other ambient noise interference must be excluded. Meteorological conditions must also be checked. Dry roads, no rain, and wind speeds under 5 m/s must be met.
2. Clarify the contribution of noise: During the measurement, 3 seconds before and after the noise event occurred of video files are recorded, and stored for 5 years. Each exceeding standard case must be confirmed through reviewing the video files by EPD before a penalty case can be issued.

## **2.4 Performance of Focus Communication**

In order to implement the policy of "Acoustic Camera Technology Law Enforcement" smoothly, TEPA not only arranged several equipment demonstration and operation meetings for EPD, but also invited heavy-duty motorcycle riders to demonstrate the acoustic camera inspection process before the measure was launched. In addition, besides the regular public hearings on amendments to the regulation, also exchanged opinions and dialogued with the vehicle industry, car enthusiast groups, and right-of-way groups.

### **2.4.1 TEPA Acoustic Camera Inspection Demonstration Exchange Meeting**

In September 2019, TEPA arranged a acoustic camera demonstration on the 139 county road ( a hot spot for large displacement motorcycles). In addition to equipment display and operation training, the riders were invited to demonstrate the acoustic camera inspection process, so as to let the frontline operators more familiar with the equipment and process of acoustic camera system.

Acoustic camera enforcement is a brand-new policy. For majority people, it is a preferred policy for the government to ban and deter noisy vehicles more effectively. However, some enthusiasts regard large displacement motorcycles, super sport cars and modification as noise makers, and thought that this policy was regulated for specific objects, so they misunderstood and were dissatisfied with the policy.

In order to dispel the doubts of car enthusiast groups, before the regulation came into effect, TEPA invited cyber celebrity groups, news media, auto and motorcycle professional media, and representatives of the automotive industry to an exchange meeting in October 2020 (the regulation announced in December). The meeting held at a national verified noise laboratory, with demonstration of acoustic camera technology law enforcement equipment and verification procedures in-situ and showed several vehicle types and operational scenarios (such as original performance large displacement motorcycles, modified



motorcycles, special version cars and general modified motorcycles etc.). "Seeing is believing" to get rid of rumors that the policy is focused at banning specific car types, and fully convey the policy intention of "Aiming Noisy Vehicle" as well as the accuracy and impartiality of equipment.

Through the promotion of new media that is more lively and closer to life, let the people understand the law enforcement of acoustic camera technology. The information of equipment specifications, control standards, and suggestions for installation locations were designed to promotional pictures and place them on TEPA's official Facebook. Afterwards, EPD personnel are regularly invited to conduct technical exchanges meetings and discussions, share implementation experience, difficulties encountered and corresponding methods, in order to strengthen training and enhance professional knowledge.

### 3 Result

#### 3.1 Law Enforcement Strategy and Planning

The innovative control measures of "acoustic camera direct penalty" can not only improve and supplement the deficiencies of existing control measures, but can also be used in conjunction with existing control measures. It can save labor costs and prolong law enforcement time (24-hour full-time monitoring). It also allows the EPD to change from passive to active, and install instruments at noise hotspots to directly monitor noise without having to coordinate and match attendance time. In terms of matching the anti-remodification policy, if the photos taken are compared with the cloud and it is found that the vehicle has record of passing the inspection, but there still is re-modifications, non-original exhaust pipes or suspected modified exhaust pipes, also the EPD can use the current inspection notification method, car owners will be asked to go to the designated place for inspection. Once the noise exceeds the standard, a fine can be issued directly to deter loud vehicles and make the vehicle drives at a lower sound and then avoid complaints in advance.

#### 3.2 Promote effectiveness

The existing roadside inspection mode requires in-situ noise measurement to confirm whether the vehicle exceeds the standard or not before penalties can be issued. The stationary noise test might spend at least 20 minutes for each vehicle approximately. The acoustic camera technology law enforcement can simultaneously record video (three seconds before and after the event occurred), take photo and complete noise measurement, which greatly shortens the procedure and improves the efficiency of inspection and reporting. In comparison, the efficiency has increased to 200 times (Figure 6). After the sound camera equipment is installed, it can effectively prevent noisy vehicles from passing through the area and ban them 24 hours a day to maintain ambient tranquility, and it is no longer necessary to gather a large number of manpower to attend checks and inspections, which can greatly reduce the cost of human resources.

#### 3.3 Sound Camera Law Enforcement Equipment of Local EPD

From January 2021 to December 2022, there were a total of 111 sets (Fixed 49 sets, mobile 62 sets) in 22 cities and counties. 4,099 cases were fined directly, and 5,627 cases were notified for inspection. Among them, there were 50 appealed cases (34 rejected, 11 revoked, and 5 petitions pending) (Table 1). The policy has exerted the effect of curbing noisy cars and are welcomed by people living beside roads. It accounts for nearly 90% of policy satisfaction.



Before



Stationary test

After Efficiency 200 times



Acoustic camera system

Figure 6 Comparison of measurement efficiency between current inspections and technological law enforcement

#### 4 Conclusions and recommendations

After the implementation of acoustic camera technology law enforcement, there are two problems that need to be improved: 1. People question the accuracy and impartiality of law enforcement equipment; 2. The noise judgment problem when multiple vehicles pass by. In order to solve the problem of multi-sound source vehicle noise, TEPA has revised and developed the combination of acoustic camera and array microphone technology, which will be applied to multi-noise source vehicle acoustic camera technology law enforcement, so as to improve the noise measurement technology of driving motor vehicle acoustic camera. In the future, it will be combined with multi-noise source vehicle judgment technology and improve inspection efficiency effectively and maintain environmental tranquility.

The current equipment is bulky and expensive, so could not be widespread installed. In the future, TEPA will continue to develop miniaturized equipment. Through regular technical exchanges and discussions, collect feedback from front-line implementation experience, and communicate with related equipment industries to establish demand and supply. The connecting bridge further improves performance, and uses AI technology, combined with industry research and development, to further increase the ratio of domestic production and reduce equipment costs.

In order to expand the benefits of scientific and technological law enforcement, realize the comprehensive establishment of small-scale intelligent governance environment Internet in various regions, and maintain the environmental quality of various residential areas, acoustic camera will gradually combine "smart cities and internet of things" in the future, with smart street lights, air boxes and other "smart co-poles" concept, providing environmental monitoring data, and adding value after data analysis.

Using monitoring data to interweave real-time distribution and characteristics of traffic noise in the area, it can be combined with the modular setting of smart poles in future smart cities, extending to every corner of life, including real-time information on incident prevention, traffic monitoring and even charging of mobile devices, etc. Provide a full range of life convenience information, and move towards a comprehensive AI smart city! Become a part of smart city construction.

Table 1 Statistical of Vehicle Sound Camera Equipment and Implementation Status

County/City	Equipment statistics (units)		Achievement statistics		Appeals (number of cases)		
	Fixed	Mobile	Direct penalty	Notification of inspection	Rejected	Revoked	Pending
Taipei City	10	2	1,475	2,115	0	0	0
New Taipei City	25	4	869	2,068	20	0	2
Taoyuan City	0	11	313	0	0	0	1
Taichung	0	4	357	779	3	1	2
Tainan City	4	2	322	79	0	0	0
Kaohsiung city	4	3	27	0	0	0	0
Keelung	0	4	21	0	0	3	0
Hsinchu City	3	2	133	135	0	2	0
Hsinchu County	1	2	238	21	0	0	0
Miaoli County	1	3	67	47	8	1	0
Changhua County	0	2	79	114	0	1	0
Nantou County	0	3	87	0	1	0	0
Yunlin County	0	2	16	0	0	0	0
Chiayi City	0	2	0	0	0	0	0
Chiayi County	0	2	1	17	0	0	0
Pingtung County	0	2	24	29	1	0	0
Yilan County	0	4	59	0	1	1	0
Hualien County	0	2	2	59	0	0	0
Taitung County	0	3	9	109	0	2	0
Penghu County	0	1	0	0	0	0	0
Kinmen County	1	2	0	55	0	0	0
Lianjiang County	0	0	0	0	0	0	0
Total	49	62	4,099	5,627	34	11	5

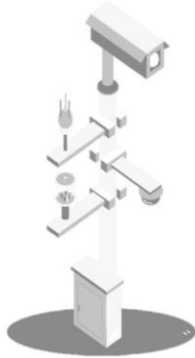
# 附件二



**inter-noise 2023**

CHIBA, GREATER TOKYO 20-23 AUGUST

## Using acoustic camera technology on inspection of noisy vehicles in Taiwan

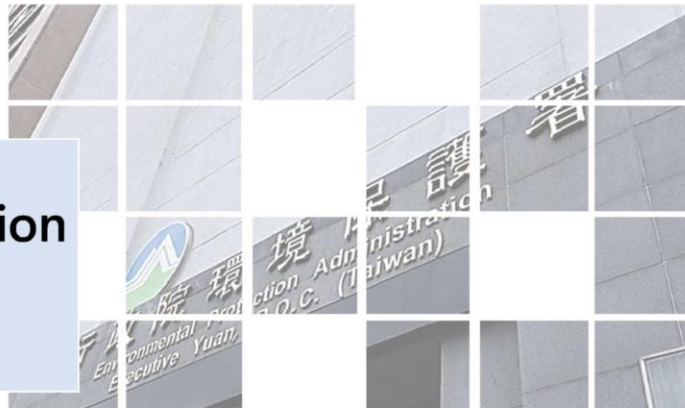


Environmental Protection Administration Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

1



### Introduction 1



2



Policy origin  
**2**





## Policy origin

### ● Vehicle Noise Control

- 23 millions Population and 22.2 million vehicles were registered in Taiwan at the end of 2022, of which 14 million were motorcycles.
- Vehicles installed with modified mufflers give rise to noise pollution that disturbs the environment and the public.
  - Almost 1 automobile/motorcycle per person on average.
  - High dense and wide distributed.



### Current control measures encounter problems

The top three of the noise complaints sources in Taiwan			
ranking	item	Number of cases	ratio
1	vehicles	28,933	27.04%
2	construction projects	26,828	25.07%
3	entertainment business places	17,178	16.05%





### 1.3 Current control measures encounter problems

#### ● Vehicle Noise Control

- Stationary noise test in-situ. → The driving noise could not be reproduced.



The Motor Vehicle Roadside Inspection and Testing

7

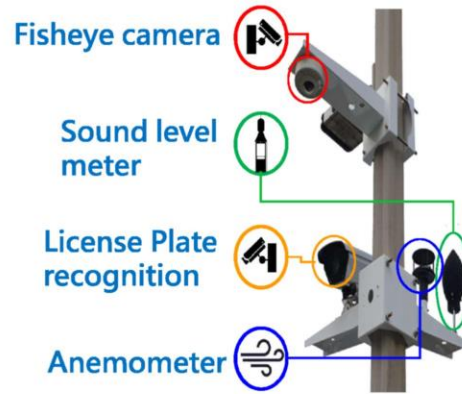
### Can noise be suppressed by taking a photo?

- Since 2019, the concept of digital technology law enforcement has been introduced, combined with noise measurement technology and license plate recognition system, the technological equipment has been developed and used to assist and strengthen the banning of noisy vehicles. But it was still impossible to reproduce the real driving vehicles noise by stationary test.



## Acoustic Camera Technology Law Enforcement

- In 2020, TEPA started to develop an **integrated acoustic camera system**, and refer to the speed enforcement camera law and completed the design of relevant law enforcement authorization, equipment specifications, etc.
- Then, the **innovative vehicle noise control measure** has been built and comprehensively improved the **inspection capacity** of noisy vehicles, and **greatly improved the efficiency of law enforcement**.



9



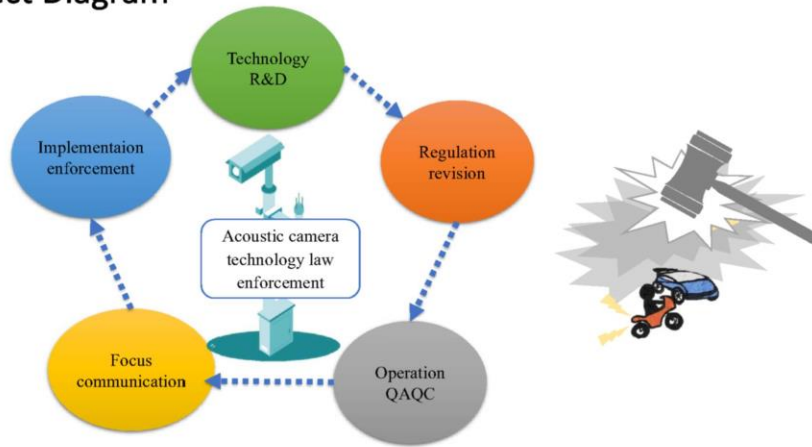
Method  
**3**



10

# SWOT analysis-Project history

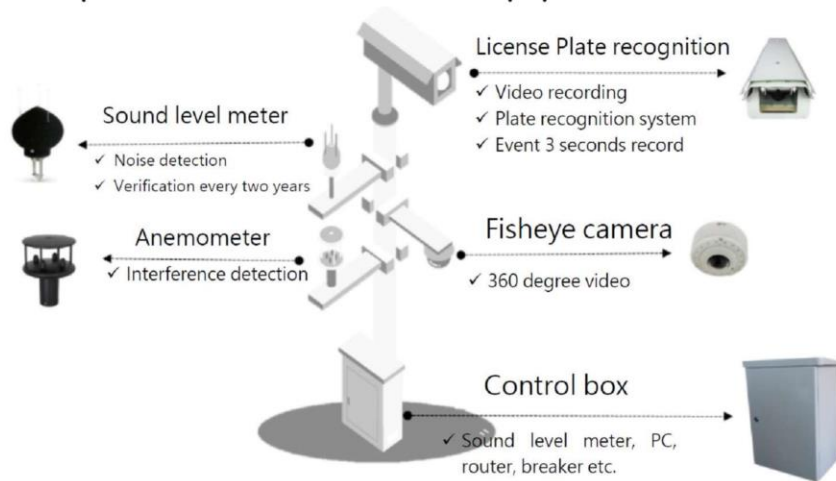
## ➤ Five Aspect Diagram



11

## Development history of hardware equipment

### Composition of acoustic camera equipment



12

## Development history of hardware equipment

The initial prototype of acoustic camera system

France



Taiwan is the first country in Asia



vehicle

fixed type



## Regulation Establishment

1. The current **noise control measure**, there is no limited control standard for vehicles in motion, and there is **no law enforcement basis** and setting specifications for the direct evidence of scientific and technological instruments.
2. Base on the above, we should consider to formulate simultaneously the instrument specification and accuracy verification.
  - **“Motor Vehicle Driving Noise Measurement Method-Image Assisted Method”** is added to clarify and standardize the instrument accuracy verification to ensure the quality and fairness of test data for law enforcement equipment and instruments.





## Regulation Establishment

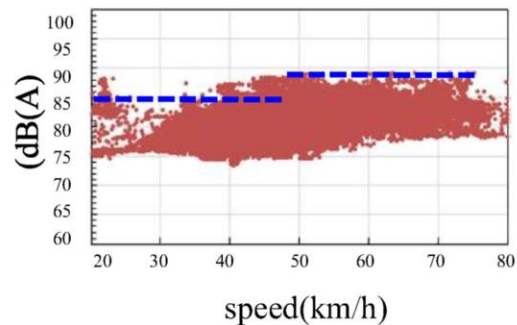
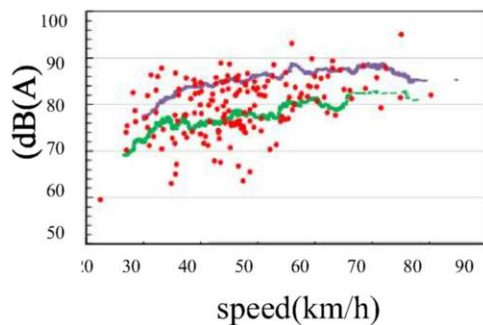
3. On the legal side, by revising the “Noise Control Measures of Motor Vehicles in Use.” setting up equipment installation specifications, and revising the **“Motor Vehicle Noise Control Standards”** of **“Driving Noise Standards”** to regulate the noise of moving vehicles.

- The limit value is set to come into effect on January 1, 2021.



Noise value of the vehicle in use is analyzed

- Inspection data : 1369automobiles+1352motorcycles=2721



16

## History of regulation establishment

### ➤ Schematic diagram of data collection method



17

## impartiality and objectivity equipment quality control

### Triple certification of equipment

Metrology and  
Inspection of  
the Ministry of  
Economic  
Affairs

Verification by  
the EPA

Calibration by  
the EPD

1. Class 1 sound level meter be verified by the BSMI every 2 years.
2. once a year to confirm.
3. sound level meter must be confirmed every 3 days, and the system clock must be calibrated every 5 minutes.

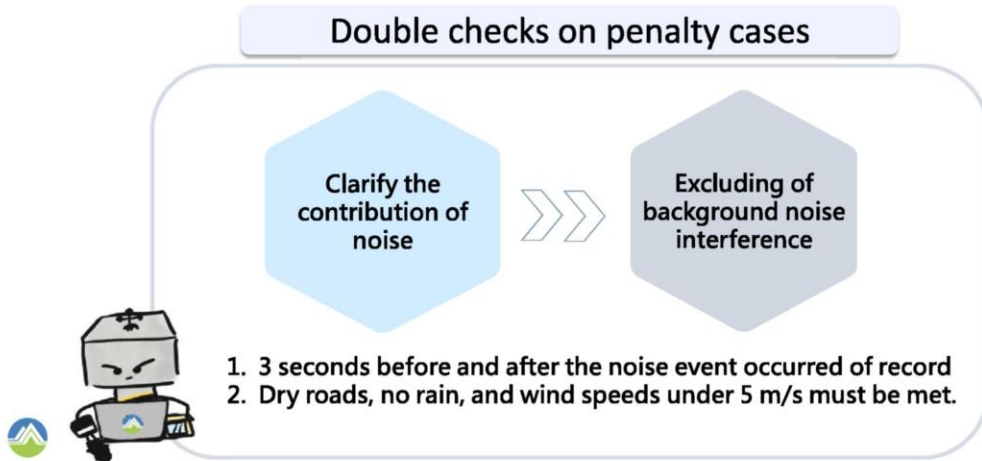


18



# impartiality and objectivity

## equipment quality control



19

## Performance of Focus Communication

### TEPA Acoustic Camera Inspection Demonstration Exchange Meeting



20

# Promote effectiveness

- Comparison of measurement efficiency between current inspections and technological law enforcement

Before



Stationary test

After Efficiency 200 times



Acoustic camera system



21



License plate recognition system

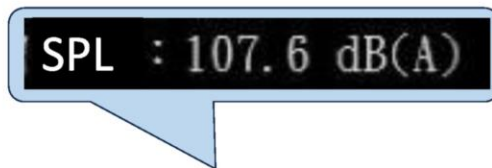


Photo with statutory information

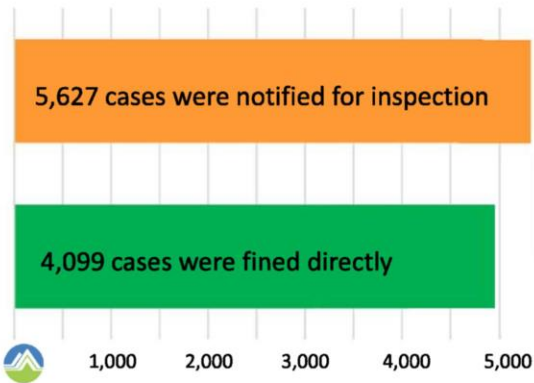


Fisheye camera



## Sound Camera Law Enforcement Equipment of Local EPD

111 sets of acoustic camera equipment using in 21 counties and cities



23

## Conclusions and recommendations

- After implementation of **acoustic camera technology** in these years, some **challenges** need to overcome.
  1. People doubt with **accuracy and fairness of law enforcement equipment**.
  2. Noise judgment of multi-source vehicle with law enforcement.
- To improve **accuracy** of law enforcement and **multi -sound source vehicle noise judgment**, technology of combining **sound photography** with **array microphones** is developing in Taiwan. In the future, we plan to **conduct research on multi-source vehicle noise judgment technology** to improve **inspection efficiency** and ensure a **peaceful environment**.



24



**THANKS FOR YOUR ATTENTION**



# 附件三



**inter-noise 2023**  
CHIBA, GREATER TOKYO 20-23 AUGUST

**52nd International Congress and  
Exposition on Noise Control Engineering**

**“Quieter Society with Diversity & Inclusion”**

Name:

**YI-HUI HSIEH**

Affiliation:

**Environmental Protection  
Administration Executive Yuan, R.O.C.**

Country:

**Taiwan**

**REGULAR PARTICIPANT**



---

## SCHEDULE

---

### Opening Reception

Time & Date: August 20 (Sunday) 18:00-20:00  
Venue: Lobby(2F)

---

### Session Chairs' Meeting

Time & Date: August 20 (Sunday) 19:00-21:00  
Venue: Rm 301

---

### Congress Banquet

Time & Date: August 22 (Tuesday) 19:00-21:00  
(Doors open at 18:30)  
Venue: Int'l Conf Rm

---

### Closing Reception

(hosted by Inter-Noise 2024, Nantes, France)  
Time & Date: August 23 (Wednesday) 17:30-19:00  
Venue: Cafeteria "WORLD KITCHEN!"  
(in front of Hall 6, Makuhari Messe Central Mall)

#### Complimentary Wi-fi

SSID: **MESSE-WiFi**  
Password: **nakase2-1**

For more info please go to  
the official Website of  
Inter-Noise 2023



<b>Lunch Box</b>	<b>8/21</b>	<b>8/22</b>	<b>8/23</b>
----------------------	-------------	-------------	-------------