

出國報告（出國類別：考察）

新加坡、印尼國家基因數據策略暨新南向醫療培訓協力交流

服務機關：衛生福利部

姓名職稱：楊芝青技監、尤鈺慈專員、陳茵琦技士

派赴國家/地區：新加坡、印尼

出國期間：114年8月17日至8月22日

報告日期：114年11月11日

摘要

本部本次出訪主要針對新加坡基因資料、數據治理等議題，及印尼海外醫事人員培訓進行交流與討論，並由本部楊芝青技監率隊於 114 年 8 月 17 日至 8 月 22 日展開為期 6 天的訪問。

首先，114 年 8 月 25 日至 27 日，於新加坡參與多場由政府與研究機構共同舉辦的聯合會議，聚焦於基因醫學與健康資料治理的國家策略經驗，深入了解新加坡在資料整合應用、精準醫療推動及跨領域協作上的具體作法。同時，也與相關產業代表進行交流，掌握其在臨床資料運用、基因科技發展與創新醫療服務的實踐模式。透過本次出訪，本部得以全面觀察新加坡如何結合政策、科研與產業能量，形成支持醫療永續發展的體系，為台灣未來相關政策布局提供了寶貴參考。

本部於 114 年 8 月 20 日至 22 日前往印尼，重點聚焦於海外醫事人員培訓的議題，拜訪印尼大學醫學院、印尼國立心臟中心、印尼心臟學會及印尼國立母嬰中心等重要機構，這些機構在印尼醫療體系中扮演了關鍵角色，特別是在心血管與婦幼等專科人員的培訓與教育方面。經過深入交流，本部深入掌握印尼對醫療專業人員培訓的需求，並進一步展開雙邊合作的可行性與實務行動。

綜上，此次訪問促進了兩國在醫療領域的多方交流，涵蓋基因資料治理與專業人才培訓，為未來雙邊合作創造了更多機遇，並為台灣醫療體系的國際化發展奠基了重要的基礎。

目次

壹、參訪目的	1
貳、行程概要	4
參、參訪過程及會議內容	5
一、新加坡精準醫療聯合會議	5
二、InterSystems	10
三、NalaGenetics	12
四、illumina	14
五、國家基因資料治理聯合會議	16
六、新加坡社會處方聯盟 (NCASP)	19
七、新加坡國民醫療集團 (National Healthcare Group Polyclinics, NHGP)	20
八、印尼大學醫學院 (FKUI)	21
九、印尼心臟中心 (National Cardiovascular Center Harapan Kita, NCCHK)	23
十、印尼心臟學會 (Indonesian Heart Association, PERKI)	25
十一、印尼國家母嬰健康中心 (RSAB Harapan Kita)	26
肆、心得及建議	29
附錄、參訪情形照片	33

壹、參訪目的

一、緣起

（一）新加坡的精準醫療與國家基因數據策略

新加坡的精準醫療與國家基因數據策略深度結合，為國家由上至下（Top-down）推行的一項旗艦性計畫，該計畫希望能推動健康成果的提升、生物醫學創新以及數據驅動的醫療解決方案。

國家精準醫療策略被設計為一個十年的藍圖，並與新加坡「研究、創新與企業 2025」（RIE2025）願景中健康與生物醫學科學領域的發展相呼應，主要目標包括加速以亞洲人口為對象的生物醫學研究、透過個人化照護改善健康結果與強化預防醫療，以及在生技與醫療領域創造經濟價值與創新契機。

新加坡精準健康研究機構（PRECISE）負責協調全國基因體計畫，其中 SG100K 專案正透過對華人、馬來人與印度人等多元族群進行十萬份全基因體定序與分析，使用領先全球的 illumina 全基因定序技術，建構涵蓋臨床、生活型態、環境與社會健康資料的完整基因資料庫，成為東南亞規模最龐大的基因體資源。此資料庫補足亞洲人口於全球基因研究中的代表性不足，並用於慢性病（如糖尿病與癌症）的研究，以提升診斷能力、藥物療效與預防醫療的精準度，同時推動藥物基因體學與個人化療法的創新，例如利用 Nalagenetics 進行藥物篩檢。

為確保資料應用具備高度的安全性與信任基礎，新加坡積極加強基因資料治理，成立基因體資訊學焦點小組（FG-GI），推動國家標準、互通性與倫理規範，並研擬「健康資訊法」，以釐清基因資料可允許的用途、加強法律保障並賦予個人更多對資料分享與使用的自主權，同時明確禁止在就業與保險等領域的濫用。該計畫亦透過廣泛的利害關係人參與，確保標準制訂兼具嚴謹性、相關性與共識性。在合作面向，國家精準醫療與 SG100K 計畫涵蓋國內主要研究機構（如 A*STAR）、國際技術供應商，及在地生技公司，並透過電子病歷與疾病登錄系統進行樣本收集與長期健康追蹤，同時投資於包括 PRECISE-SG100K 基因體引擎在

內的基礎設施，用於安全且大規模的資料處理與分析。

這一國家基因策略不僅使新加坡在亞洲甚至全球的精準醫療領域中奠定領導地位，也將透過 SG100K 基因體資料庫支持更貼近區域需求的醫療研究與臨床解決方案，促進生物醫學產業的蓬勃發展，吸引國際合作與投資，並推動針對亞洲族群常見慢性與遺傳性疾病的診斷、預防與治療創新。新加坡所建構的整合性且注重隱私保護的精準醫療模式，為其他希望在公共衛生與醫療轉型中負責任地善用基因體潛能的國家提供了重要的參考藍圖。

（二）新南向醫療培訓協力交流

為提升我國於國際醫療中的地位，我國近年戮力推動國際醫事培訓合作，根據過去對於新南向國家之問卷調查、媒合交流會，與當地參訪交流成果，今（114）年度擇定印尼為發展國際合作的關鍵伙伴。

依據過往交流成果顯示，印尼臨床實務培訓需求高度集中於心臟、小兒等核心科別，惟現行醫療體系中轉診制度尚未健全，在當地疾病案例眾多下，反觀其（次）專科訓練資源嚴重不足，致使臨床訓練資源高度集中於首都醫學中心，難以擴及全國醫療網絡。為改善此一結構性挑戰，印尼政府近年積極以專科為基礎健全國家級轉診治療與培訓網絡，並以中央角色針對特定專科科別提供當地醫師海外培訓時所需之資源與支持。

我國於醫療實力深具國際青睞，具備臨床操作經驗與教學培訓等師資優勢，且具有專業資源國際輸出之能力，依 113 年度交流成果，當地多家醫學院與醫療機構對我國培訓機制與模式展現高度興趣與合作意願，期望能進一步深入了解我國培訓特色與內容。同時，印尼為我國新南向政策下重要的醫療人才交流夥伴，期待除了深化海外學員來台觀摩、培訓之發展基礎，也能基於信任基礎延伸至中長期之合作發展，以臺灣的優勢醫療科別與先進科技為切入點，共同發展雙邊人才訓練之培力工程。

爰此，本年度交流行程即為延續 113 年度成果，進一步深化我國與印尼重點醫事單位之互信基礎與合作可行性，針對我國優勢課程輸出、雙邊研究交流、人才培育及臨床實作進修等議題進行深度對談，作為我國推動中長期醫衛合作模式

之參考依據。

二、目的

此趟出訪與新加坡國家基因資料策略中的各關鍵單位進行交流，並就基因醫學的政策推動思維，尤其是在資料方面的管理、整合，與應用等多面向，進行雙邊的互動交流，並期能探尋雙邊的國際合作機會，交流目的如下：

- （一）掌握跨機構計畫整合、基因科研管理與資料共享機制實務經驗。
- （二）瞭解新加坡雲端可信研究環境建置與跨部門資料使用審查機制。
- （三）瞭解新加坡國家精準醫療計畫執行單位於資料蒐集及資料二用等關鍵面向之議題。

而第二個出訪國家印尼，期透過參訪醫學教育與醫療體系中具代表性之單位進行交流，有助於宣傳台灣於國際醫療與臨床培訓上的專業優勢，並促進台印雙邊展開後續合作，並基於會議據交議題有望實質擴大海外培訓之規模與力道，交流目的如下：

- （一）深瞭解解印尼當前之培訓現況與具體之培訓需求。
- （二）藉我國頂尖醫事機構展現國內於國際醫療及海外醫事人員培訓之優勢課程與教學內容。
- （三）瞭解雙邊對於培訓交流合作的偏好與期待、掌握交流實務可行之具體做法。

貳、行程概要

本次行程安排於 114 年 8 月 17 日自臺灣出發，前往新加坡、印尼之相關單位進行交流與參訪，並於 114 年 8 月 22 日回到台灣，簡要行程表如下：

日期	國家城市	行程	
8/17 (日)	台灣桃園—新加坡	下午	前往新加坡
8/18 (一)	新加坡	上午	召開國家精準醫療聯合會議（新加坡精準健康研究 PRECISE、受信任的研究利用環境 TRUST、新加坡轉譯癌症聯盟 STCC）
		下午	參訪 InterSystem、Nala Genetics
8/19 (二)	新加坡	上午	參訪 illumina
		下午	參訪新加坡社會處方聯盟 NCASP、召開國家基因資料治理聯合會議（新加坡科技研究局 A*STAR、BC Platforms）
8/20 (三)	新加坡—印尼雅加達	下午	參訪新加坡國民醫療集團 NHGP
			前往印尼雅加達
8/21 (四)	印尼雅加達	上午	參訪印尼大學醫學院 FKUI
		下午	參訪印尼心臟中心 NCCHK
		晚上	與印尼心臟學會 PERKI 交流
8/22 (五)	印尼雅加達	上午	與印尼國家母嬰健康中心 RSAB Harapan Kita 交流
		下午	返回臺灣

參、參訪過程及會議內容

一、新加坡精準醫療聯合會議

聯合會議包含新加坡臨床研究與創新聯盟（CRIS）旗下的大型國家基因醫學計畫 PRECISE、轉譯癌症研究聯盟 STCC 及衛生部的資料二次利用平台 MOH TRUST。以下分別介紹此三單位：

（一）新加坡精準健康研究 PRECISE 為新加坡國家精準醫療（NPM）計畫下推動的全國基因體相關研究計畫，建立亞洲獨特的基因體資料庫，積極與多間大型醫院及基因檢測商合作，擴大基因定序應用範疇。本次會議與其交流大規模基因資料管理模式、與醫院及產業之跨界合作模式，以及科研基因資料二用機制等。

（二）受信任的研究利用環境 TRUST 由新加坡衛生、通訊、科技等多部門聯合開發的國家級醫療健康數據平台，負責處理電子病歷（EMR）及健康相關研究資料，並提供安全的資料利用分析環境。本次會議與其交流異來源數據串接機制、跨機構之資料申請審核機制，以及雲端利用環境建置要點等。

（三）新加坡轉譯癌症聯盟 STCC（Singapore Translational Cancer Consortium）隸屬於新加坡臨床研究與創新聯盟（CRIS），由衛生部管理並獲國立研究基金會支持。STCC 致力整合新加坡癌症研究資源，推動基礎、臨床與轉化研究應用，並透過癌症資料倉庫等平台促進安全的數據共享與分析。本次會議與其交流多來源資料的標準化與整合、隱私保護與合規的分析技術應用，以及癌症數據與樣本之管理與共享機制等。

議題	交流內容
PRESCIE 介紹	- 該計畫「Healthier SG」是新加坡醫療體系向預防性和人口健康轉型的核心，旨在隨著人口老化，確保醫療服務的優質、可負擔和普及。 - 影響健康的因素中，遺傳占 30%，行為模式與

	生活方式占 40%，社會與環境因素占 20%，而醫療照護僅占 10%。 • 亞洲人群的健康與疾病狀況與非亞洲人群存在顯著差異，例如在特定非小細胞肺癌的治療中，亞洲非吸菸女性對特定藥物反應更好，且特定基因變異在亞洲人中更常見，可能導致治療毒性更高。 • 該計畫採用三階段方法：第一階段（2017-2020）旨在建立概念驗證，對一萬名新加坡人進行全基因體定序；第二階段（2020-2025）則擴大至十萬人群體（PRECISE-SG100K），並與臨床結果建立資料連結；第三階段（2025-2031）則將臨床實施擴展至新加坡 10% 的人口。 • PRECISE-SG100K 計畫已招募超過 10 萬名參與者，其中 97% 的資料已連結至電子健康記錄。 • 該研究廣泛收集多層次資料，包括基因體、生理量測、問卷（涵蓋人口統計、健康、生活方式、環境等）、生物樣本（血液、尿液、唾液等）及認知功能評估。 • 計畫目前已取得多項成果，包括完成超過 10 萬份全基因體定序，並建立了 5 個臨床實施試點計畫，針對高膽固醇、腎臟疾病、乳腺癌篩查等。 • 透過與研究機構、醫療單位及政府機構的合作，建立了數據為核心的生態系統，以加速研究與創新。 • 該計畫致力「賦能」（empower）予研究生態系統，提供經過品質控制和功能註釋的資料，並建立資料平台與分析框架，降低研究門檻。 • 計畫的核心宗旨是推動資料的可近性（Accessibility）和利用性（Utilisation），並確保其安全、可擴展和可持續性。透過提供高品質平台、清晰的培訓路徑和支援，成為科學發現與臨床轉譯的催化劑。
TRUST 介紹	• 核心目的：TRUST (Trusted Research and Real world-data Utilisation and Sharing Tech) 是一個資料框架與分析平台，旨在透過可信任的資料交換來改善健康結果。 • 資料來源與類型：該平台整合來自政府機構的真實世界資料（Real-World Data）與研究機

	構的策略性研究資料 (Strategic Research Data)，涵蓋 48 個匿名化資料集，包括疾病登記、健康財務、人口、生活方式、醫療管理等不同領域。 • 資料處理：所有資料都會經過匿名化處理，並在政府的商業雲端 (Government Commercial Cloud) 上的安全分析環境中進行連結與分析。 • TRUST 解決了研究人員面臨的資料存取規則不清晰、資料安全與基礎設施參差不齊，以及缺乏統一資料標準等挑戰。 • 五大安全框架：TRUST 的核心功能建立在「五大安全框架」(5 Safes Framework) 上，確保資料的安全性，包括：安全的用途、安全的人員、安全的環境、安全的資料、安全的輸出。 • 資料審核與審核：所有資料請求都須經由 TRUST 資料存取委員會 (Data Access Committee, DAC) 審核，以確保其符合公共利益與社會價值。 • 資料輸出規定：為保護隱私，只有經過驗證的彙總資料和洞見 (insights)，且重新識別風險低，才能被輸出。所有發表的分析內容都必須經過 DAC 的審核。 • 技術支援：平台提供多種分析工具與功能，包括 R、Python 和 Spark，以及無代碼 (low/no code) 的資料探索與分析工具。 • TRUST 與多個政府機構 (如衛生部、數位發展與資訊部) 和研究機構 (如 PRECISE、STCC) 共同開發與合作。 • 未來的計畫包括納入非結構化資料 (如臨床筆記、視網膜影像)、支援策略性產業合作夥伴、增加自動化與自助服務功能，並透過隱私保護技術增強資料的互通性。
STCC 介紹	• STCC 與新加坡衛生部 (MOH)、國家研究基金會 (NRF)、國家醫學研究委員會 (NMRC) 等政府機構以及國立大學醫療系統 (NUHS)、新保集團 (SingHealth) 等主要醫療機構密切合作，致力於推動癌症腫瘤研究。 • STCC 透過全國性研究可行性評估、統籌資源、精簡研究啟動流程以及確保研究數據品質，來推動有效的研究進行。

	• STCC 旨在通過跨機構合作，為業界合作夥伴與新加坡研究機構之間建立單一聯絡點，從而降低多方研究的複雜性，並打造健全的研究生態系統。 • STCC 主要有四大計畫，包括亞洲腫瘤學轉譯研究網絡（ACTION）、國家腫瘤學藥物開發（NODES）、腫瘤學轉譯研究（TREC）和生物標誌物優先計畫。 • ACTION 計畫：這是一個由癌症中心主導的臨床試驗網絡，其目標是促進亞太地區的早期臨床試驗，並利用多組學數據進行轉譯研究，最終加速藥物開發。 • NODES 計畫：此計畫專注於腫瘤藥物開發，其目標是識別新的治療靶點、開發針對亞洲人獨有疾病機制的藥物，並透過產學合作加速藥物研發，以應對未被滿足的醫療需求。 • TREC 計畫：該計畫的核心是 STCC 生物標誌物盛行率合作，這是一項回顧性研究，旨在探討特定生物標誌物在亞洲癌症病人中的真實盛行率與預後價值。
資料匿名化處理	• 由 TRUST office 負責去識別化作業，將資料透過系統進行匿名化 (Tokenization)，並確保其不可被再識別。
產業/私部門角色	• 在整個過程中，公眾信任(Public Trust) 非常重要。企業的介入主要是提供技術與 know-how，但資料儲存仍在政府的 AWS cloud。 • 資料流程：醫院 → TRUST（進行去識別化）→ AWS（政府商用雲端）存放 → TRUST 控制存取權限。 • 新加坡政府會透過法規來管理整個流程，確保安全與合規。
資料存取權限控管	• 資料存取審查 (Review) 是一大挑戰，目前流程需人工對齊 EGC / Data Access Committee 的規範，資料輸出的內容受到嚴格管控。 • 另有 Script & Algorithm building 的技術管理。 • 與 DARE UK 合作，開發 SACRAWL 工具來強化審查與管控。
審查流程時程	• 對於結構化 (Structured) 資料，約 3 - 4 天

	即可提供。 PRECISE 表示，若有標準化格式 (Standardized format)，還能進一步加快並擴大規模。
WGS 資料的識別風險	- 不同檔案類型有不同識別風險：VCF、BAM 檔：無法識別個人，可進行二次利用。FASTQ 檔：需額外處理，否則有被識別的風險。 - 目前收集與利用的資料以 VCF (去識別化) 為主，因此可以安全使用。
使用者同意 (Consent)	- TRUST 資料庫的使用不需逐一取得同意。 - 只要是匿名化 (anonymized) 且符合公共利益的資料，即可使用，做法類似台灣的健保資料庫。
商業利用回饋	- PRECISE SG100K 的前提是：企業利用資料時必須對新加坡有實質貢獻，且互惠互利。 - 若民眾不同意，會提供 opt-out 機制，保障參與者自主權。
跨機構連結	- STCC 在收集組織樣本時，已取得針對組織使用的受試者同意，但對於資料去向則不需額外同意。 - 只要資料已去識別化 (de-identified / anonymized)，即可在公共利益的前提下被使用。 - 目前新加坡健保制度並沒有對 NGS 提供報銷，多數仍依靠研究計畫或產業合作。
追蹤型資料庫	- SG100K 會針對部分可量化的特徵 (quantitative traits)，例如 認知功能 (cognitive functions)，進行後續追蹤。 - 基本規劃為每五年進行一次追蹤。
二次利用的公民信任	- GDPR 的模式常被認為是「資料保護 (data protection)」，但其實它強調的是 opt-out 機制。過去我們非常重視「同意 (consent)」，但知情同意機制並非萬能。 - 知情同意機制的信任關係僅存在於人體生物資料庫與參與者或單一研究計畫與參與者之間。更重要的是要讓民眾清楚知道資料被利用的方式，並確保他們隨時有退出的權利 (opt-out)，同時建立「資料很安全」的環境信任

	(environmental trust)。 • 在新加坡，高度重視去識別化 (de-identification)。 • 新加坡民眾對政府有高度信任，這是與台灣最大的差異之一。以 SG100K 為例，過去 5 年中僅有 10 人選擇退出 (opt-out)。 • 為保障民眾權益，SG100K 採取雙重機制：同意參與 (opt-in) 與隨時退出 (opt-out)，確保民眾能在任何時候退出計畫。
--	---

二、InterSystems

InterSystems 為一家專注於醫療健康資訊軟體與數據平台的新加坡及區域領先企業，長期深耕醫療資訊互通、數據平台與人工智慧應用領域，致力於消除醫療機構、科技公司與病人之間的數據隔閡。該公司透過 IRIS for Health 等核心平台，推動臨床資訊與電子病歷 (EMR) 的標準化連通，並提供高效的數據管理與分析能力，以支援即時資料交換與智慧化決策。其合作夥伴涵蓋數位健康企業 (如 Jonda Health、MyCLNQ Health)、醫院及醫療創新機構，協助醫院強化 IT 基礎建設、推進醫療數位轉型，同時推出促進病人自主參與的數位健康管理方案。此類舉措不僅提升醫療服務效率與品質，亦加速推動新加坡及周邊地區智慧醫療生態系的發展。

本次會議與其交流：臨床資訊與 EMR 等資料標準化互通、醫院提升 IT 基礎建設與醫療數位轉型，以及數位轉型解決方案。

議題	交流內容
InterSystems 介紹	• 醫療數據整合與標準化互通性：InterSystems 的核心技術在於其多模型數據庫 InterSystems IRIS for Health，其研究重點在於如何高效、無縫地整合來自不同資訊系統的異質性醫療數據，並實現其標準化。這包括對如 HL7 FHIR、DICOM 和 CDA 等多種行業標準的深度支援與優化，以解決醫療數據互通性瓶頸。 • 高性能數據庫與實時分析：該公司在數據庫技術上的研究，旨在提供能同時支援交易處理 (Transactional) 和分析處理 (Analytical) 的高性能平台。這使得醫療

	機構能進行實時（real-time）數據分析，例如在臨床決策過程中即時獲取並分析病人數據，而非僅限於事後分析。 • 數據治理與安全：針對醫療數據的敏感性，該公司涵蓋了嚴格的數據治理框架，以確保數據的完整性（Integrity）、可用性（Availability）和機密性（Confidentiality）。這包括存取控制、加密技術以及符合 HIPAA 和 GDPR 等法規的技術實施。 • 分佈式架構與可擴展性：隨著醫療大數據的爆炸性增長，InterSystems 專注於開發具備高可用性和水平擴展性的分佈式數據架構。這使得其平台能從單一伺服器擴展至大型數據中心或雲端環境，以應對不斷增長的數據量和使用需求。 • 雲原生與混合雲部署：提供在公有雲、私有雲和混合雲環境下的部署，並長期和多個政府單位、研究單位及醫院合作。這包括容器化技術（如 Docker、Kubernetes）的應用，以及如何在不同雲端服務提供者之間實現無縫的數據遷移與同步。 • 數據建模與語義互通性：包括如何利用其多模型數據庫，對醫療數據進行更豐富和精確的建模，並運用醫學詞典（如 SNOMED CT、LOINC）等，來確保數據在不同系統之間傳輸時的語義一致性。
NGS 資料應用	• 臨床上需有報告系統，才能讓基因檢測結果被醫師使用。 • 學術上則需要 raw data（原始數據）進行比對與變異分析，主要使用 VCF 檔案。 • 需透過特定系統將 VCF 轉換成臨床可解讀的報告，才具有實際意義。
與雲端服務商合作模式	• 系統會根據服務地區的需求來部署在當地。例如，印尼因為有 SATUSEHAT 計畫，所以在印尼設置雲端系統，確保資料留在當地。 • InterSystems 的平台能與多家雲端服務供應商合作，主要負責資料標準化與串接。 • 他們通常會協助資料控制者=Data Controller（如醫院），將院內資料整理並轉移到 AWS 等雲端平台。也有進行 FHIR

	等病例標準化與資料串接。 • 例如，在獲得病人同意的情況下，可以將多家醫院（如 7 間）的資料整合到雲端，進行集中管理與應用。
--	--

三、NalaGenetics

NalaGenetics 是一家總部位於新加坡的生物科技公司。NalaGenetics 於 2016 年創立，最初與印尼衛生部合作，在巴布亞地區推動基因檢測計畫，協助當地病人進行個人化治療。該公司參與多項國家及基因計畫，如 2023 年，與印尼衛生部及 East Ventures 簽署合作備忘錄，參與「印尼生物醫學與基因科學倡議（BGSi）」，協助檢體基因分析，並推動轉譯醫學。NalaGenetics 也與 PRECISE 共同推動「藥物基因體學臨床實施試點」（PRECISE-CIP），攜手新加坡國立大學醫院（NUH）及新加坡國立大學（NUS），將個人化藥物基因體學（PGx）應用於臨床實踐，提升病人用藥安全與療效。同時，也共同合作開發數據平台，讓病人、醫師能夠即時取得並應用檢測結果，促進精準醫療在臨床端的落地與普及。

本次會議與其交流：國家級基因數據治理與隱私保護、在地化的精準醫療推動策略，以及跨部門協作與創新產業生態系。

議題	交流內容
NalaGenetics 介紹	• 公司起源與使命：NalaGenetics 於 2016 年從新加坡基因體研究所（A*STAR GIS）分拆成立，旨在透過基因解讀為預防性醫療提供服務。 • 在亞洲，預測性基因檢測的準確性和臨床實用性較低。該公司旨在解決因不同族群基因資料不足導致生物標誌檢測受限的問題。 • 核心技術：該公司結合基因與真實世界資料，透過專有程式（包含超過 100 種演算法）將原始數據轉換為具臨床意義的報告。 • 產品平台：NalaGenetics 的產品平台稱為 Nala Clinical Decision Support™，包括多個產品線，例如藥物基因體學（RxReady™）、營養學基因體學（NutriReady™）和健康風險

	評估 (LifeReady™) - 商業模式：NalaGenetics 的商業模式分為三個部分：研發 (R&D)、市場通路 (Market Access) 和分銷 (Distribution)，分別針對亞洲的人口基因體學計畫、篩檢和整體健康市場。 - 合作夥伴：該公司與多個機構合作，包括 PRECISE (新加坡精準健康研究)、GenomeINDIA 和 QATAR GENOME 等人口基因體學計畫，開發基於當地人群數據的軟體與試劑盒。 - 臨床應用與效益：研究顯示，先發制人的藥物基因體學 (PGx) 面板測試具有成本效益。例如，在新加坡對 1,000 名健康 40 歲成年人的模型研究顯示，PGx 檢測可節省約 37,600 新元，並增加品質調整生命年。
政府給付	新加坡目前尚未有基因檢測的公共給付 (public reimbursement)，仍以研究經費或補助為主。
檢測的 indicators	- NCCN Guidelines (NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology) 為主要依據，提供基因檢測何時適用的臨床標準。 - 新加坡 SG100K 計畫：針對一般健康人群進行基因研究。 - 印尼試點計畫：針對病人群體收集基因數據。
與政府合作方式	- 政府會發出 Request for Information (RFI) 或 pre-tender (非約束性徵求提案)，蒐集業界意見。Pre-Tender 為在大型專案啟動時，會召集利益相關者 (stakeholders) 開會，公平納入各方意見。 - PRECISE 三個階段：前兩階段以研究為主，不需召開會議；到第三階段 (45 萬人基因定序，450K genome testing) 才大規模引入產業。
在 PRECISE 中的角色	- Illumina 負責基因定序 (產出序列數據)，而 Nala Genetics 專注於藥物基因體學 (Pharmacogenomics, PGx) 與臨床決策支援。 - 建立決策支援平台：醫師可直接看到病人適合的藥物與劑量建議，病人可得知自身藥物過敏

	或不良反應風險。 • 功能定位：更偏向臨床應用，而非像 Illumina 專注於研究資料庫。 • 不保留原始基因檔案，而是以生物醫學團隊定期（約每半年）檢閱國際文獻與 NCCN 指引，持續更新資料庫。 • 平台只產出臨床報告，並開放給醫院或基因定序公司使用。自己不碰 raw data，確保合規與專注臨床應用。
數據治理模式挑戰	• 政府希望 NGS 原始數據 (FastQ) 進入 TRE (Trusted Research Environment)，並在 TRE 進行 Quality Control (QC)，再輸出縮減版 mini-BAM 給臨床實驗室。 • 但依據 CAP (College of American Pathologists) 標準，QC 與報告應由臨床實驗室控制，這與政府集中化的想法存在矛盾，尚未定案。 • 產業觀點：可將結果存放於 AWS S3 bucket (由 TRE 管理)；並考慮部分臨床數據 (如藥物基因體學 PGx) 須先註解，再整合進 EPIC / HL7 醫療資訊系統。 • 研究與臨床用途之間的分野仍在摸索。

四、illumina

Illumina 是全球領先的基因定序與基因體分析技術公司，總部設於美國，專注於開發高通量基因定序儀和相關解決方案，廣泛應用於生物醫學研究、臨床診斷及精準醫療領域。Illumina 與新加坡政府有密切合作，特別是在新加坡國家精準醫療計畫 (National Precision Medicine, NPM) 中，與 PRECISE (Precision Health Research, Singapore) 建立了合作夥伴關係。這一合作的核心計畫是 SG100K，即對 10 萬名新加坡人進行全基因體定序，涵蓋華人、馬來人和印度人等主要族群，目的是建立東南亞最全面的基因資料庫，推動針對亞洲人群的疾病研究與精準醫療發展。

這項合作由新加坡衛生部國家醫學研究理事會 (NMRC) 與國家研究基金會 (NRF) 資助，PRECISE 作為執行主體，Illumina 則提供大規模基因定序技術、數據交換平台及人工智慧基因體分析能力。Illumina 也協助當地定序公

司進行技術培訓和認證，促進新加坡生醫產業生態系的發展。

本次會議與其交流：國家級的大型基因資料運算平台與雲端基礎架構、精準醫療從研究到臨床的轉譯發展，以及國家基因數據策略中的公私合作。

議題	交流內容
illumina 介紹	• Illumina 的技術與基礎設施支撐 SG100K：包括高通量基因定序 (NovaSeq)、DRAGEN 二次分析、雲端的 Illumina Connected Analytics (ICA)，以確保資料品質與規模化能力。 • SG100K 是與 PRECISE 合作的重要里程碑，這是一個長期縱向世代隊列研究，將結合臨床結果 (TRUST) 與基因資料，用於疾病風險估算與臨床應用。 • 合作模式具有經濟效益：不僅能培養本地人才 (NGS、生物資訊、AI/ML)，還能驅動臨床創新、產業合作與資料共享，提升新加坡在全球基因醫療的競爭力。 • 數據生成、數據分析、數據民主化與數據交換是該計畫四大支柱，打造新加坡具活力的基因體學生態。 • Illumina 營運模型：從 DNA 自動化萃取、PCR-free 建庫、定序到資料分析，全流程自動化，確保效率、擴展性與品質控制。 • 資料治理與法規合規：平台已獲得 ISO 27001、27701、13485 認證，並符合 GDPR 與 HIPAA (適用於美國)，確保隱私、資訊安全與品質管理。 • SG100K 對其他新興市場具有示範效果，模式已在南非、馬來西亞、奈及利亞與印尼推動，並與全球大型基因計畫 (如 UK Biobank、All of Us、Tohoku Megabank、Genomics England) 對接，形成國際比較基準。 • 未來戰略目標在於推動科研與產業創新，超越第二階段後，Illumina 與新加坡希望在高通量定序、臨床研究策略、雲端數據安全、健康經濟學與新興療法等領域推動新能力，成為國際精準醫療的重要節點。
合規性與監管環境	• Illumina 提供兩大類解決方案。臨床應用方案：涵蓋從抽血檢體到臨床治療決策的完整流程。學術研究方案：支援研究單位進行大規模

	基因體研究。 強調 Local sequencing, local architecture：基因定序與數據處理在當地完成，以符合資料主權與合規需求。
高效能運算	- Illumina 未採用 GPU，而是使用 DRAGEN 平台。其採用 FPGA (Field-Programmable Gate Array) 硬體加速，專為基因體分析設計。 - FPGA 更適合基因體數據的比對與變異檢測，在速度、成本與能源效率方面優於 GPU。 - 通用 GPU 雖可處理基因體數據，但 DRAGEN 更適合大規模基因體分析，能提供更高的準確率與效率。

五、國家基因資料治理聯合會議

本聯合會議包含新加坡科技研究局 (Agency for Science, Technology and Research, ASTAR)，與生醫資料科技公司 BC Platforms 參與。以下分別介紹如下：

新加坡科技研究局 (A*STAR) 是新加坡政府領導的科研與創新機構，隸屬於貿易與工業部，致力於推動尖端科學研究與產業應用之間的轉化。A*STAR 旗下設有多個研究院所，如生物醫學研究院 (IMB)、基因體研究院 (GIS) 等涵蓋生醫科技、基因體學、人工智慧與先進製造等領域，並積極推動國家級精準醫療與生命科學計畫。其在資料治理、跨機構協作與平台建置方面具備豐富經驗，為新加坡生醫與健康產業的策略發展提供關鍵支撐，亦是區域內科研與產業鏈整合的重要樞紐。本次會議與其交流國家級科研計畫管理機制、跨計畫/機構之資料二用機制，以及資料整合平台建置要點。

BC Platforms 是一家全球領先的醫療數據管理與分析公司，專注於構建兼具隱私保護與合規性的可信研究環境，以促進跨國數據共享與精準醫療研究。該公司在亞太區以新加坡為研發中心，並與 SingHealth 等機構合作，針對亞洲常見疾病（如癌症與心血管疾病）開展基因與臨床研究。BC Platforms 支援基因體學分析與大規模序列研究，致力於建立涵蓋多元族群的臨床資料生態系統，加速科研成果向臨床應用轉化，推動精準醫療的實現，其合作模式涵

蓋產、學、醫多方夥伴，以及與各國政府單位的協作，促進跨領域與跨地域的醫療創新發展。本次會議與其交流基因資料之管理與處理方式、與產學醫各界之合作模式，以及與各國政府單位合作模式。

議題	交流內容
A*STAR Biomedical Data Hub	- 新加坡的生醫研發體系由 A*STAR（新加坡科技局）在健康與生醫數據領域發揮關鍵作用。 - A*STAR 透過多年累積的經驗與專業，逐步成為國家級研究數據節點（Research Data Node），其任務是蒐集、儲存與管理研究型數據，特別是去識別化（de-identified）的研究世代資料庫，並與國家臨床數據節點（如 MOH TRUST）形成互補。
現存挑戰	- 資料分散與安全不足：數據分散在研究單位、個人設備，缺乏統一管理，存在資料遺失與安全風險。 - 存取規則不一致：各機構的資料存取與合規控管標準不一，導致高風險與高成本。 - 管理運作複雜：數據需要經過清理、標準化、註解等繁瑣程序，缺乏跨領域專業，阻礙數據整合與再利用。
研究用的資料整合平台	- 最大化研究世代數據的價值，並確保其可持續性、可規模化與快速可用性。 - 成為一個戰略性研究數據整合平台（Strategic Research Data Aggregator），專注於研究型數據的再利用，而非與臨床實務數據融合。 - 發展為一個多功能數據分析節點（Versatile Analytics Node），支援醫療研究、產業創新與公共衛生策略。 - 次級資料應用的推動者（Secondary Data Use Enabler），提升數據重複使用率。
資料治理功能	- 建立合規的雲端環境，具備嚴格的隱私保護技術。 - 遵循國際標準（ISO27001、ISO38505），確保資訊安全與治理。 - 日常的數據庫營運，涵蓋數據清理、編碼、註解與標準化處理。

	- 透過數據搜尋與可視化，提升資料可發現性，支援研究與產業應用。 - 與 MOH TRUST、A*STAR 及海外數據庫進行 聯邦式檢索（Federated Discovery）與互操作，實現跨節點互通。
技術與基礎建設	- BioMed DAR 與 RAPTOR（基因數據專屬平台，設於新加坡基因體研究所 GIS）。 - 採用 ISO 資訊安全與數據治理標準，並持續接受內外部稽核。 - 制定數據字典、最小標準、隱私合約與知情同意管理機制。
資料流程與操作模式	- 準備（Prep）：數據轉換、標準化與註解。 - 導入（Ingest）：依循 ISO38505 標準進行治理。 - 上線（Onboarding）：提供安全分析環境、持續監測與合規管理。
組織與治理架構	- 核心管理團隊：包括計畫主任、IT 與解決方案架構師、數據運營主管、合規經理、專案管理負責人。 - 使用者諮詢小組（User Advisory Group）：確保研究人員與產業需求能被納入治理與平台設計。 - 由各資料提供機構的 Data Access Committee (DAC) 審核資料存取請求，並透過資料使用協議（DUA）與研究協議控制合規使用。
與 MOH TRUST 的互補關係	- MOH TRUST：重點在於臨床與真實世界數據的治理與共享。 - BDH：則專注於研究數據，特別是去識別化的世代研究資料，形成雙軌並行的國家級數據策略。
國際化與互操作性	資料目錄（Data Catalog）具備跨境互通能力，可與 A*STAR、TRUST、其他政府節點及國際研究數據庫互連，提升新加坡在全球研究合作中的地位。

六、新加坡社會處方聯盟 (NCASP)

新加坡社會處方聯盟 (NHG Cares Alliance for Social Prescribing, NCASP) 成立於 2023 年 7 月，為新加坡國民醫療集團 (National Healthcare Group Polyclinics, NHGP) 主導的計畫，旨在推動當地中北新加坡地區社會處方的實踐與發展，藉以推廣社會處方網絡及其發展效益，成員來自初級保健網絡、社區合作夥伴及社區機構等組織，具豐富的社會處方推動經驗。

議題	交流內容
NCASP 成立背景	- 根據 Healthier SG White Paper 2022，新加坡推動社會處方箋作為預防照護策略的一部分。 - 預期效益包含改善身心健康結果、降低醫療成本、提升病人滿意度。 - NCASP 成立於 2023 年 7 月，主要推動中北區的社會處方箋實施與整合。 - 成員包含：社區機構 (AWWA, TOUCH, St Luke's 等)、基層醫療網絡 (Frontier, United PCN 等)、NHG cluster 與政府機構。
NHG 社會處方框架	- 願景為幫助 150 萬居民「延長健康壽命」，增加 1,500 萬年健康壽命總量。不僅延緩疾病，而是「讓每一年都活得有品質」。 - 核心構面： - Resident Activation：促進居民自主照護與社區行動 - Personalised Care Planning：健康與社會整合的個人化照護計畫 - Role of Connectors：將居民連結到資源/服務 - One Menu of Programmes：提供全方位健康與社會活動 - Building Capabilities：建立社會處方箋專業人力 (link worker, coordinator) - Technology：數位科技支持，讓服務更容易取得
未來展望	Link worker 的資源盤點 (asset mapping)

	已經完成，目前已掌握 NHG 轄區內各場域可運用的資源。未來希望能建立一個類似 Google Map 的開放平台，讓大眾能夠清楚掌握社區資源的分布與使用方式。
--	---

七、新加坡國民醫療集團（National Healthcare Group Polyclinics, NHGP）

新加坡國民醫療集團（National Healthcare Group Polyclinics, NHGP）隸屬於新加坡三大公立醫療體系之一的 National Healthcare Group，負責提供基層醫療服務。NHGP 致力於推動預防照護，協助民眾主動管理自身健康，並降低罹患慢性疾病的風險。該機構同時與社區夥伴密切合作，共同開發個別化照護計畫，以提升整體健康照護品質。

為加強對高齡及複雜個案的支持，NHGP 自 2020 年 9 月起於宏茂橋（Ang Mo Kio）綜合診所率先推動「RELATE 計畫」，目前已擴展至所有 NHGP 轄下診所。該計畫針對具有醫療與社會複雜需求的高齡病人，由 NHGP 與社區夥伴共同辨識目標對象，並制定共享照護計畫，協助其順利銜接各階段照護服務。

病人參與 RELATE 計畫後，將由一位「照護教練」（Care Coach）全程陪伴，擔任其與醫療團隊間的主要聯繫窗口，協助病人與家屬順利銜接 NHGP、社區資源與醫院，提升就醫經驗與健康管理成效。

議題	交流內容
NHGP (NHG Polyclinics) 角色	• Polyclinics 由政府設立，為多醫師團隊，整合家庭醫師、護理、藥局、檢驗室。 • 目前單一院所內通常有 20 位以上醫師與 30 位以上護理人員，每家診所服務 20,000+ 病人，以團隊模式（醫師+護理+個案管師+協調員）共同管理。 • 提供急性病治療、慢性病管理、兒婦健康、疫苗、健康促進等。 • 設有 X 光、超音波、檢驗室、藥局，但無 CT/MRI，若需要則規範需由專科醫師開立檢查資格以轉介醫院。
Polyclinic 社會處方箋	• 在 Polyclinic 中，Link Worker 的角色由

推動	Care Coach 擔任，其主要職責是協助居民理解醫囑、協調醫療與社區資源，並支持慢性病管理。 • 核心任務包括病人分級（stratification）、評估醫療狀況、認知能力與財務壓力，並制定整合照護計畫。 • 目前尚未成為正式專業、沒有國家執照，主要由社會科學背景畢業生、心理師、護理師、社工等擔任，需接受慢性病管理與動機訪談訓練。
Polyclinic 當前挑戰與展望	• 其社區活動中心 Active Aging Centre 依照轄區人口獲得區塊式補助（block funding），然若病人跨區參加則無額外補助、彈性受限。應該從「區域補助」改為「人隨錢走」（funding follow the person），讓病人跨區也能使用。 • 目前 Care Coach 與 Link Worker 都是試點計畫的經費，還未納入長期制度，若政府未有足夠資源與支持將難以落實。 • NHGP 強調社會處方箋成功關鍵在於是否能持續投資於 Link Worker，其未來發展也正規劃與大學合作相關教練課程以及培訓新一代的 Link Worker 與 Care Coach。

八、印尼大學醫學院（FKUI）

印尼大學醫學院（Faculty of Medicine, Universitas Indonesia，簡稱 FKUI）是印尼最古老且最頂尖的醫學院之一。它成立於 1950 年，並致力於提供卓越的醫學教育、研究和社會服務，培育了佔全國約 20% 的醫生，致力於成為亞太地區領先的醫學研究機構之一，也是目前為印尼唯一進入 QS 世界排名前 300 名的醫學大學。

作為印尼第一所醫學院，FKUI 在醫學教育領域具有深厚的歷史和影響力，根據印尼高等教育國家認證委員會（BAN-PT）的評估，FKUI 在 2019 年獲得了“A”級認證，且與多所國際知名大學合作，提供雙學位課程。例如，學生可以在印尼大學和墨爾本大學、蒙納士大學或紐卡斯爾大學之間取得雙學位。

因此交流議題將聚焦於目前印尼醫學教學相關現況及缺口，並進一步了解醫學生對於海外培訓興趣及需求等。

議題	交流內容
FKUI 介紹	• 1990 年從醫院開始，當時是塞爾維亞主要的教學醫院；1964 轉型的過程中建立了印尼大學，又於 2017 年成立了醫學教育研究單位。 • 目前約有 6,000 名學生，包含大學、碩士與博士；共有 47 個教學課程(study program)。 • 在醫療科學領域中有 3 個特定的單位，包含大數據中心、數據傳輸策略以及生物技術群組(biotech cluster)。
當地研究合作需求	• 由於印尼研究能力相對我國不足，且當地因經費的考量無法在各個領域研究上都執行想做的研究 • 海外對象提到需要更多的預算來進行臨床試驗，整體而言印尼十分積極欲促進國際上的研究合作，並且作為短中期較容易推進合作的部分。
癌症治療相關技術	• 去年度海外即提出對於癌症研究合作具有高度興趣，其中特別是 AI 系統等癌症篩檢工具的開發應用，如針對直腸癌、前列腺癌、乳腺癌等。 • 今年亦針對癌症領域研究合作領域提及許多需求，如頭頸部癌症(Head & neck cancer)、腫瘤外科(Oncology surgery)等。
研究合作相關需求	• 除癌症相關外，其提及的合作面向十分廣，包含以下： 1. 糖尿病心臟衰竭研究(Diabetes Heart Failure Research) 2. 乳房及頭頸部手術(Breast & Head Surgery) 3. 兒科手術 4. 婦科泌尿學(Urogynecology) 5. 感染與退化性疾病(Infections and degenerative diseases) 6. 草藥相關臨床試驗(Herbal resources)等

新興科技導應用	- 對方去年度即提及相當重視預測模型進行或 ICU 中導入 AI 模型等 - 今年度提及對於精準醫療、AI 應用、NGS 技術等面向的研究或學習都很有興趣，也提到當前有 350 個 Phd 在 AI 的相關領域進修。
---------	---

九、印尼心臟中心（National Cardiovascular Center Harapan Kita, NCCHK）

印尼心臟中心（NCCHK）是印尼規模最大的心血管病公立教學醫院，目前也是東南亞血管病專科診療的區域中心。作為國家級的心臟病醫院，印尼心臟中心不僅致力於心血管疾病的治療和研究，還負責全國 200 餘家醫院的心血管醫生、護士的人才培訓和規劃布局。

印尼心臟中心擁有 62 名心臟病專家、13 名心臟外科醫生和 16 名麻醉師，每年進行約 9,800 次導管插入手術及其他心臟手術。作為領先的心血管專科醫院，NCCHK 已建立龐大的心血管轉診網絡，成為全國心血管領域的標杆。目前，該中心已培育了遍布 34 個省份的 54 家國家心血管網絡醫院。醫院還導入了綜合的指導計畫，涵蓋基礎設施建設、醫療設備升級、人力資源培養及監控計畫。

因此，本次交流將重點討論心血管科醫事人員的培訓事宜。因此交流議題將聚集於心血管科上的醫事人員培訓。

議題	交流內容
印尼心臟醫院的角色	- Harapan Kita 在 1985 年被認命為國家心臟中心，其旨在建立國內完善之心血管網絡計畫，以便標準化心血管服務與教育能在當地所有地區均勻分佈 - 印尼國家心血管中心由 62 名心臟病專家、13 名心臟外科醫生、16 名麻醉師等專家組成 - 中心建立龐大的心血管轉診網路支援，用以健全遍布 34 個省份的 54 家全國心血管網絡醫院，未來也將持續強化資源以利整體分布更均衡。
印尼臨床培訓缺口與需求	印尼全國約 150 間醫院已配置心導管室（Cath Lab）與開心手術設備，合計約 400

	套設備已投入運作。但預估仍需在 3 年內補足 380 名介入心臟科醫師 (Interventional Cardiologists)。 • 兒童心臟外科 (Pediatric Cardiology Surgery) 領域需求缺口同樣龐大，目前約有 2,000 名病人候手術，等待時間長達 2~3 年。 • 印尼期待每年能派遣 20 名醫師赴臺灣，接受 9 個月至 1 年的專科訓練 (Fellowship Program)，主要需求領域為介入心臟科 (Interventional Cardiology) 與兒童心臟外科 (Pediatric Cardiology Surgery) 等，其表示可以具備足夠培訓能量的醫學中心為優先，並希望我方可以提供相關國內醫院名單供其參考。
過去跟臺灣的合作經驗	• 跟臺大醫院、亞東醫院、榮總醫院在過去有合作過 (已簽署 MOU)，有送醫師培訓的經驗 • 其醫院過去跟臺大醫院的合作成果豐碩，包括院長及高階主管等人曾來台拜訪交流、舉辦心血管疾病工作坊等。
印尼過去送醫師海外培訓經驗	• 印尼每年國內僅能訓練約 50 名醫師，因此過去已送出 150 名醫師赴海外培訓，其中約 70 名前往中國大陸，其餘至日本、馬來西亞及新加坡。
研究合作相關需求	• 去年度提及其針對年輕的心臟病人者有許多基因型相關研究 • 由於當地研究基礎相對薄弱，因此也針對雙邊研究合作上提出合作可能性，其中具需求的議題包含轉譯醫學 (Translational research)、臨床研究 (Clinical research)、心臟臨床試驗 (Cardio clinical trial) 等範疇。
母嬰相關培訓需求	• 母嬰醫院 1979 年由 Harapan Kita 成立，並在 1998 年由政府接管，目前是印尼衛生部 A 級專科醫院及教學醫院 • 過去母嬰醫院中曾有醫師參與過臺灣的培訓， • 除醫師外，也需要護理、重症照護、小兒照護、呼吸治療等團隊培訓 •
對方對於臺灣培訓輸出	• 由於過去我方認為短中期可先從印尼端送人來培訓出發，然對方聽聞此我國教學團隊輸出的

模式的看法	想法後認為 Proctorship 形式可行且更有利於他們，並且說明實務上可以協助申請臨時執照，臺灣教學團隊即可赴印尼提供數日到數周的臨床實操等教學。 Proctorship 合作形式的需求上主要以外科、手術相關的領域為主，如心臟與冠狀動脈介入治療 (Cardiac & Coronary Intervention)、心臟衰竭與心臟移植 (Heart Failure/Transplant)、心臟外科 (Cardiac Surgery)、心律不整 (Arrhythmia) 等。
-------	--

十、印尼心臟學會(Indonesian Heart Association, PERKI)

印尼心臟科學會成立於 1957 年，位於印尼雅加達，是印尼唯一的心血管專科醫師學會，目前擁有 1,600 多名心血管專家遍布印尼各地。1950 年代後印尼心血管專科醫師顯著增長，因此成立了 PERKI，提供當地心臟專科醫師相關讀書會和培訓活動，支持推動心血管醫學領域發展的各式研究。

此外，PERKI 扮演印尼心血管專科醫師與國際間重要的合作橋樑，如其積極參與亞太心臟學會 (Asian Pacific Society of Cardiology)，定期舉辦年度科學會議，促進國際討論與交流。

因此交流議題將聚焦於印尼當地對於心臟、心血管專科醫師之需求與培訓現況等，並進一步了解當地對於該領域是否有特定之培訓需求，如欲學習特定類型之臨床手術，或針對台灣新興科技與治療技術等有興趣等。

議題	交流內容
PERKI 背景說明	- 在國內積極參與決策和規則制定，例如被納入印尼醫學會(Indonesian Medical Association)的中央執行委員會中，也有跟印尼兒科學會、國家體育委員會合作。另印尼約 95%或 98%皆被保險覆蓋，因此也會和中央保險體系(National coverage system)合作以制定標準。 - 學會關心公眾健康意識與健康教育，例如在世界心臟日辦理活動或是研討會等。每年也會辦理年會，在全國共有 42 個分支。
我國台灣兒童心臟學會	去年交流時對方提及台灣可以提供的培訓包含

簡報重點	研究交流(research exchange)和專業交流(professional exchange)，研究交流的部分包括專科培訓或有一些後專科醫師(post-fellow)想精進學習更多複雜個案；而專業交流的部分即如心臟介入治療等臨床培訓。 - 本場會議台灣方由臺灣兒童心臟學會代表簡報，其中提及包含： - 過去 TSPC 在心臟領域培訓上的國際合作國包括河北、越南、菲律賓、印度和印尼 - 介紹說明臺大兒童醫院的組織分配，包括有 403 個 cath 以及數個工作小組。 - 介紹臺大兒童醫院進行 PPVI (Percutaneous Pulmonary Valve Implantation，經導管肺動脈瓣置換術)的發展歷程，截至 2024 年已完成 132 例 PPVI 手術 - 介紹臺大兒童醫院在非放射線導引下 (Non-fluoroscopy) 心律不整診斷與燒灼治療 (EPS/ablation) 的創新成果。
合作可行性	針對我方的簡報對方表現出濃厚興趣與重視，詢問後續對於 webinar 形式之合作可行性，可藉此針對特定議題展開深入交流。
海外培訓申請平台/ 數位平台	- 對方目前對於海外(如臺灣)培訓課程的查詢上多半仍是透過關鍵字去搜尋，或是針對特定醫院去查找，其認為若有單一窗口將會提高其搜尋的便利性(如 Healthcare acadamy 培訓申請平台)。 - 對於當地數位平台如 Alomedika 表示有聽過但是鮮少使用，也不清楚該平台上可以參與線上課程等。

十一、印尼國家母嬰健康中心 (RSAB Harapan Kita)

印尼國家母嬰健康中心 (RSAB Harapan Kita) 為印尼衛生部直屬之國家級婦幼專科教學醫院，創立於 1979 年，總部設於雅加達西區。該院原由 Harapan Kita 基金會設立，歷經數次制度與法規調整後，於 2019 年被正式指定為「印尼國家母嬰健康中心」，長期扮演全國婦幼健康照護、教育、培訓與

研究之指導中樞。

目前 RSAB Harapan Kita 具備完整的臨床轉診服務與教學培訓體系，為印尼婦幼健康服務網絡之最高轉診單位，並設有全國唯一的「出生缺陷整合中心」(BIDIC)，負責罕見病、遺傳疾病與高危孕產婦之照護與諮詢任務，醫院亦提供輔助生殖技術服務，並以多學科團隊合作模式強化高風險孕產婦與新生兒照護能力。

該院目前正推動重大擴建計畫，預計於 2025 年將床位數由 271 床擴充至 550 床，並整合心血管、癌症等國家級醫療資源，打造智慧化、數位化、低碳永續的醫療園區。RSAB Harapan Kita 亦為婦幼醫療人才培訓之重要基地，承擔全國醫師與護理人員之臨床進修任務，並積極參與婦幼健康政策制定與國際合作。

議題	交流內容
研究合作重點領域	• Fatal care therapy (重症／危重病嬰兒照護相關治療) • Infertility (不孕症研究與治療)
臨床與研究合作範疇	• 母嬰醫院劃分為小兒科與婦產科，各包含 14 個次專科領域。 • 需求面向：(1) 各專科皆有研究與醫師培訓需求。(2) 護理教育需求尤為迫切，尤其在臨床技能培養上。印尼正逐步由 school-based learning 轉向 hospital-based learning 模式。 • 長庚醫院建議：先釐清醫師培訓需求，待方向明確後，再規劃護理師培訓，以便形成循序推進的合作模式。
組織面	• 目前已與教育與研究部主任 (Head of Education & Research) Dr. Winda 會談，後續需逐一與各專科領域主任進一步討論細節。
臺灣可切入合作的優勢 (以長庚為例)	• 小兒心臟科：雙胎輸血症候群 (TTTS)。 • 全台僅張醫師能執行手術。 • 婦產科：心臟超音波。 • 新生兒科：新生兒超音波。 • 小兒罕病：成骨不全症 (OI, 玻璃娃娃病)。

	• 血液腫瘤：造血幹細胞移植。
--	---

肆、心得及建議

透過此行與新加坡及印尼各單位的交流結果，將作為我國精準醫療推動的規劃及拓展海外醫事人員培訓之發展之基礎，分析如下：

一、新加坡：

（一）新加坡以 Top-down 的國家型計畫，實現臨床連結與嚴謹品質控管，打造高品質的可利用基因資料庫

新加坡的 SG100K 計畫至今已成功招募超過十萬名參與者，且有高達 97% 的基因數據完成與電子病歷（EHR）的連結。這不僅讓研究端能即時掌握基因變異與疾病風險，更可追蹤臨床結果與健康照護利用情形，形成一個橫跨研究與臨床的閉環資料體系。為確保資料品質（Quality Control, QC），SG100K 對定序結果採行多層次的 QC 作業，包括：由 Illumina 提供的全自動化建庫與定序平台確保實驗誤差最小化；在 Trusted Research Environment（TRE）中進行原始數據（FastQ）的品質檢驗與過濾，並輸出去識別化的 VCF 或 mini-BAM 格式，以平衡研究需求與個資風險。

這樣的完整規劃，兼顧了數據的科學價值、臨床應用與安全性，值得台灣在推動國家基因資料庫時借鏡，特別是在將健保資料庫與基因定序數據結合的過程中，可引入嚴謹的 QC 流程與標準化策略，提升資料可信度與國際合作潛力。

（二）新加坡以 TRUST 平台建構可信研究環境，結合五大安全框架與國際規範

新加坡建立的 MOH TRUST 平台，係基於「五大安全框架」（5 Safes Framework：安全的用途、安全的人員、安全的環境、安全的資料、安全的輸出）所設計的可信研究環境，並且全面對接國際規範（如 GDPR 與 ISO 27001/38505）。所有資料在進入平台之前皆需完成匿名化處理，並存放於政府認證的商業雲端（Government Commercial Cloud, GGC），確保在地合規與資料主權。研究人員只能於安全分析環境內使用資料，且所有

輸出內容必須經由 Data Access Committee (DAC) 審查，僅允許去識別化後的彙總資訊被取出。此模式同時兼顧了研究推動與民眾信任。

臺灣未來在發展健保、基因與臨床數據整合時，應可參考此類作法，將「可信研究環境」納入核心治理架構，並利用台灣本地雲端供應商或具合規認證的跨國平台，建構一個兼顧隱私保護與跨機構研究共享的標準環境。

(三) 新加坡以公私協力推動臨床轉譯，台灣可结合自身健保優勢加速落地

新加坡透過與產業（如 Illumina、NalaGenetics）及學研機構的合作，成功讓藥物基因體學（Pharmacogenomics, PGx）從研究走向臨床應用，例如協助醫師在處方決策時直接參考基因檢測結果，提升藥物療效與病人安全。

臺灣與新加坡相似之處在於皆擁有完善的健保制度、高度集中的健康數據，及具規模的研究機構，這使得兩國都能以「國家級健康數據平台」為基礎推動精準醫療。此外，臺灣更具備獨特優勢，我國全民健保資料庫涵蓋率近 100%，且累積超過 20 年的縱向健康資料，遠比多數國家完整。同時，台灣的人體生物資料庫（Biobank）具備合規資料商業利用的基礎。若能效法新加坡，積極引入產業參與並推動跨界合作，台灣有潛力在藥物基因體學、癌症基因檢測及數據驅動的預防醫學領域快速落地，並進一步強化自身在亞洲精準醫療生態系中的競爭力與國際能見度。

二、印尼：

(一) 印尼專科醫療人力與培訓能量嚴重不足，必須依靠國際合作來補足研究與臨床訓練的缺口

印尼正面臨嚴重的醫師短缺問題。2021 年，印尼的五大死亡原因包括心臟病、中風、腎臟病、前列腺癌和肝癌，其中，因心臟病死亡的人數高達約 25 萬人，平均每萬人中有 9.6 人因心臟病去世，儘管如此，印尼的醫療人員供應卻無法跟上需求，每千名人口中僅有 0.7 名醫師，遠低於世界衛生組織（WHO）建議的每千人 1 名醫師的標準。

除了醫師數量不足，印尼還面臨醫師分佈不均的問題，作為一個由超過 1 萬 7 千座島嶼組成、擁有 2.8 億人口的群島國家，醫師資源主要集中在

在大城市，導致偏遠地區的醫療資源極度匱乏，因此許多印尼居民選擇前往擁有先進醫療技術的新加坡、泰國、馬來西亞等國接受治療，印尼國內醫療資源不足已成為一項長期未解的重大挑戰。

為應對醫師短缺問題，印尼政府正積極採取措施，2022 年，印尼衛生部針對四大高致命疾病（心臟病、癌症、中風、腎臟病）發布防治政策，目的是降低死亡率並減少醫療費用負擔，印尼的策略是建立一個全面的專科轉診網絡，確保病人無論身處何地，都能獲得適當的醫療服務。

在專科領域，印尼目前的主要課題是心臟科、兒科、婦產科與整形外科等專業能力不足。以心臟病為例，政府已在 34 個省份設立 54 家心臟專科醫院，並規劃於 2027 年前達成「每省至少一間具備心導管室與心臟開放手術能力」的目標，迄今，印尼心臟中心已購置 400 套設備，150 間醫院投入運作，但仍缺乏約 380 名介入性心臟科醫師，需在三年內補足，兒童心臟外科同樣面臨人力嚴重不足，目前全國約有 2,000 名病童等待手術，平均等待時間長達 2-3 年，顯示需求缺口龐大。

在醫師培訓方面，印尼國內每年僅能培養約 50 名心臟科醫師，培訓能量遠低於需求，近年來雖已送出約 150 名醫師赴海外受訓（其中 70 人在中國，其餘分別在日本、馬來西亞與新加坡），但醫師人力依舊嚴重不足，由於本國培訓體系能量有限，印尼在專科訓練與臨床研究上高度依賴國際合作，未來仍需要藉由外部資源彌補國內不足。

(二) 印尼未來推動模式：國立中央醫院為印尼醫療轉診體系核心，與之合作即可奠定長期醫療合作基礎

印尼的醫療體系以衛生部直屬的國家級轉診中心（National Referral Centers）為核心，負責接收全國 514 間城市醫院轉介的病人，若能與國立中央醫院建立合作關係，即等同於打開與其所屬醫院網絡合作的窗口。這些國立中央醫院主要分為兩大類：一為綜合醫院，如 RSUPN Dr. Cipto Mangunkusmo (RSCM)；另一類則為專科醫院，包括心臟中心、母嬰醫院、癌症中心等。

在合作科別的選擇上，建議優先聚焦印尼需求最迫切的心臟科、小兒科、婦產科及整形外科，這些領域正好與台灣的優勢高度契合，例如在小

兒科方面，台灣因少子化影響，國內新生兒數量及相關病例逐年下降，透過國際合作不僅能支援印尼需求，也能為台灣年輕醫師創造更多臨床與培訓機會。合作模式可分為三大方向：

1. 研究合作：挑選具代表性的醫院與科別，針對特定主題展開聯合研究，並逐步拓展合作範疇。
2. 醫事人員培訓合作：可採雙軌模式，首先邀請印尼醫師來台培訓；後續再以 proctorship（臨床帶教）的方式，由台灣醫療團隊赴印尼現場進行指導，提升雙方臨床互動。Harapan Kita 心臟中心已明確表達希望派遣 20 名心臟科醫師來台接受 fellowship 訓練。
3. 研發（R&D）與學會合作：可先從規模較小的合作著手，例如舉辦 webinar、參與學術研討會等，逐步建立信任關係。同時，也可針對印尼有興趣的智慧醫療議題進行合作，並邀請其醫師或官員參加台灣舉辦的智慧醫療展，藉此加強交流。

在合作策略上，短期可透過舉辦雙邊研討會（Seminar），開啟與印尼醫療體系的互動，建立合作基礎與互信。中長期則可進一步推展至臨床專業、人工智慧（AI）、智慧醫療等研究領域，並發展更多具體輸出，例如臨床培訓輸出或智慧醫療解決方案輸出，形成制度化且可持續的合作架構。

附錄、參訪情形照片

一、新加坡精準醫療聯合會議

現場合照





二、InterSystems

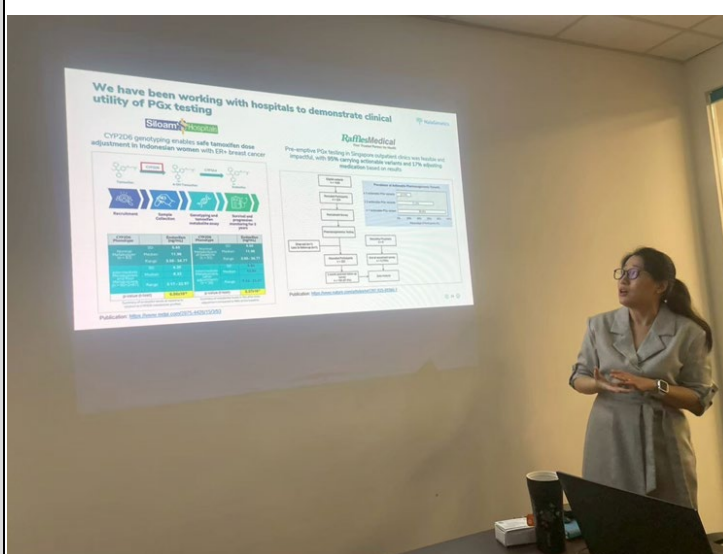
現場合照





三、NalaGenetics

現場合照





四、illumina

會議交流



現場合照



五、國家基因資料治理聯合會議

會議交流

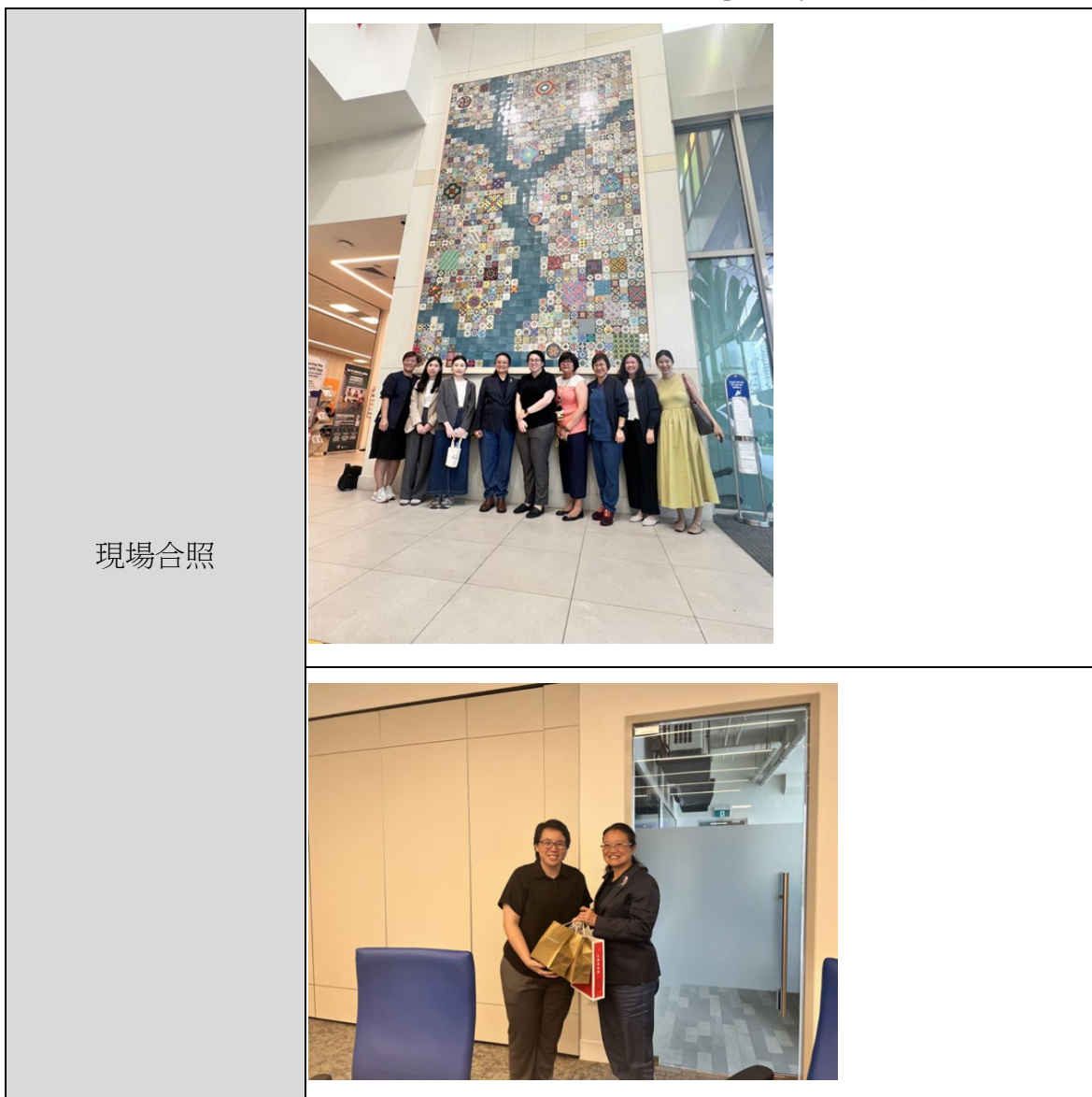


現場合照





六、新加坡國民醫療集團 (National Healthcare Group Polyclinics, NHGP)



七、印尼大學醫學院（FKUI）

會議交流



現場合照



八、印尼心臟中心 (National Cardiovascular Center Harapan Kita, NCCHK)

會議交流



九、印尼心臟學會 (Indonesian Heart Association, PERKI)

會議交流



現場合照



十、印尼國家母嬰健康中心（RSAB Harapan Kita）

現場合照



