

出國報告（出國類別：洽公）

研析 ESG 永續供應鏈管理之行動策略

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：蔡玟伊課長

派赴國家/地區：日本

出國期間：113 年 12 月 1 日至 113 年 12 月 7 日

報告日期：114 年 2 月 3 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

研析 ESG 永續供應鏈管理之行動策略

頁數 21 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/翁玉靜/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蔡玟伊/台灣電力公司/材料處/課長/02-23666802

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 洽公

出國期間：113 年 12 月 1 日 至 113 年 12 月 7 日

派赴國家/地區：日本

報告日期：114 年 2 月 3 日

關鍵詞：永續供應鏈管理、數位孿生

內容摘要：(二百至三百字)

本次參訪日本標竿企業（東芝能源與解決方案公司、三菱集團、日本礙子株式會社），深入了解其永續發展政策、供應鏈管理模式及技術應用。參訪東芝能源與解決方案公司時，了解其碳中和技術、IoT 供應鏈平台，以及數位孿生技術如何提升設備管理與營運效率。訪問三菱集團則涵蓋了供應鏈風險管理、永續採購政策和氫能技術等主題。日本礙子株式會社則聚焦於綠色材料研發、NAS 電池儲能技術，以及其如何通過 ESG 供應鏈管理強化競爭力。

在供應鏈管理中，數位孿生應用涵蓋設備監控、預測性維護及風險管理等層面。透過提升電力設備品質與優化採購策略，強化供應鏈韌性，確保材料按時且符合品質標準供應，達成穩定供電的目標。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網

(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

壹、出國目的.....	2
貳、出國行程.....	3
參、出國過程紀要.....	4
一、東芝能源與解決方案公司.....	4
二、三菱電機公司.....	9
三、三菱發電機公司神戶工廠.....	10
四、三菱重工高砂氫能園區.....	12
五、日本礙子株式會社.....	16
肆、心得與建議.....	20

壹、出國目的

近年來，極端氣候、戰爭與全球供應鏈危機導致人員短缺、材料短缺及物流延誤等問題，供應鏈穩定性面臨前所未有的挑戰。供應鏈策略重點已由「降低成本」轉為「穩定供應」，以提升應對供應中斷風險的能力，並朝向碳中和目標邁進。

本公司十大總體策略中之一「確保財務永續」，具體作為即為推動「永續供應鏈管理」。ESG（環境、社會、治理）是衡量企業永續發展的核心指標，許多成功企業亦已透過強化 ESG 供應鏈管理，如建立綠色採購政策、監控碳排放足跡及維護勞工人權等，以提升供應鏈的透明度，降低風險並強化整體韌性。

目前，本公司永續供應鏈管理仍處於發展初期，為加速推動並深化相關措施，此次特別安排實地參訪東芝能源與解決方案公司、三菱集團及日本礙子株式會社，以深入研究這些企業在 ESG 永續供應鏈管理上的最新發展、現行政策及管理模式，作為未來優化供應鏈策略的參考。

貳、出國行程

此次「研析 ESG 永續供應鏈管理之行動策略」時間為 113 年 12 月 1 日至 113 年 12 月 7 日，共計 7 日，行程如下表所示。

項次	日期	參訪城市	工作內容
1	12/1	東京	往程 (台北-東京)
2	12/2	橫濱	參訪東芝能源與解決方案公司京浜事業所
3	12/3	東京	參訪三菱電機總部
4	12/4	神戶	參訪三菱發電機神戶工廠
5	12/5	神戶	參訪三菱重工高砂氫能園區
6	12/6	名古屋	參訪日本礙子株式會社
7	12/7	名古屋	返程 (名古屋-台北)

參、出國過程紀要

一、東芝能源與解決方案公司

東芝總公司成立於 1875 年，全球擁有 105,331 名員工，本次拜訪是 2017 年所成立的東芝能源系統與解決方案公司(TOSHIBA ENERGY SYSTEMS & SOLUTIONS CORP.，以下簡稱東芝)，擁有約 4,900 名員工。2023 年營業額達 3,790 億日元，業務範疇涵蓋核電、火力和水力發電廠設計建造、能源研發及數位轉型。

在技術能力方面，東芝製造了全球最具效率的燃氣複循環發電機組，其中 JERA 西名古屋發電站達到 63.08% (LHV) 高效率設計，更是獲得金氏世界紀錄認證。在實現碳中和技術方面，東芝正逐步轉型，從液化天然氣 (LNG) 逐步轉型至氫氣和氨氣混合燃料，推動可再生能源發展，計劃到 2050 年實現碳中和，透過煤轉天然氣、碳捕捉利用與儲存 (CCUS) 等技術來減少二氧化碳排放。

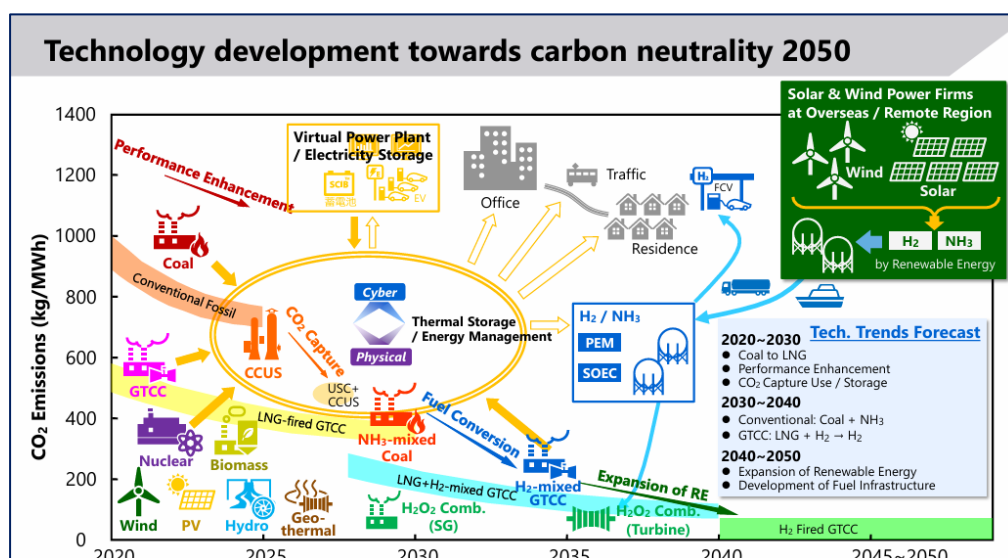


圖 1、東芝公司 2050 年碳中和的目標

在東芝公司的 IoT 解決方案方面，稱為 TOSHIBA SPINEX，主要應用於能源、製造業、基礎設施和物流等領域，有助於提升營運效率並降低營運成本。以下是其主要功能和優勢：

- (一) 數據收集和分析：東芝公司的 IoT 解決方案可以收集大量數據，並進行分析和可視化。
- (二) 性能監控和預測：使用數位孿生(Digital Twin)技術來模擬和分析設備性能，幫助識別潛在問題和優化操作。

- (三) 故障預測(Failure Prediction)技術:通過分析歷史和即時數據來預測設備故障，提前識別和解決潛在問題，防止出現停機或損失。
- (四) 操作改進：針對渦輪啟動、鍋爐燃燒和粉塵優化等提供技術支持，提高能源使用效率。
- (五) 資產管理：強調無縫訪問（Seamless access to PAMS，資產管理系統），更方便地管理和監控的資產
- (六) 現場工作 (Field Work)遠程協助：提供遠程協助和文件訪問的功能，讓現場人員能夠即時獲得技術支援和重要文件。
- (七) 知識轉移：使用 AR/VR 技術，支援遠程協助和多媒體知識傳遞，能身臨其境地學習和掌握新的技術和知識。

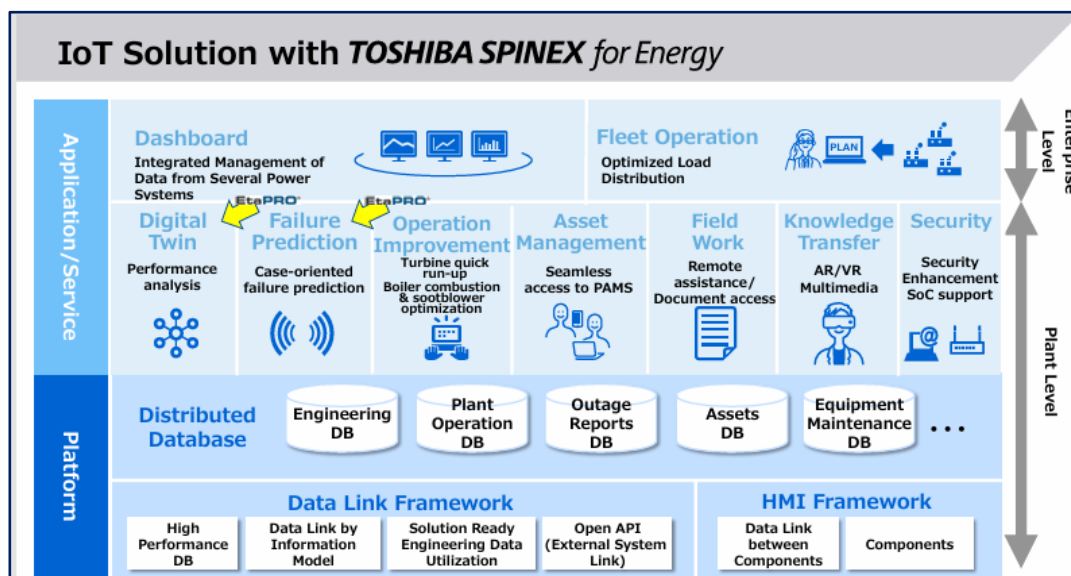


圖 2、東芝公司在能源領域的 IoT 解決方案架構

在永續供應鏈管理方面，東芝公司推出了「供應鏈平台」，以促進企業間的合作與數據共享，提升供應鏈的效率與永續性，此平台能連接供應鏈內的公司，以視覺化並有效利用數據來提供新價值，通過數位進化（DE，digital evolution）和數位轉型（DX， digital transformation）等技術增強供應鏈的透明度與韌性。其主要功能包括碳排放可視化、合作夥伴匹配服務、線上責任保險，以降低供應鏈風險及實現碳中和目標。

傳統的供應鏈運作模式，通常是單獨管理其供應鏈，這種從上游到下游延伸的樹狀結構在管理供應鏈時，信息交流往往是分隔的，如要計算整個供應鏈的總 Co2 排放量，需要買方要求其主要供應商提供數據，主要供應商再詢問次級供應商，而次級供應商又必須詢問其供應商，以此類推。每個供應商可能還會收到來自多個買方的詢問，並需要對每一個詢問作出回應。而在東芝公司的供應鏈平台中，使用此

平台共享和轉發信息，例如，在災害發生時，供應鏈內部的公司可以共享信息，該信息迅速傳達給平台上的廠商。如果公司收到來自多個買方的詢問，例如供應商管理相關請求或調查 Co2 排放請求時，供應商只需分享資訊即可立即回覆所有這些詢問。

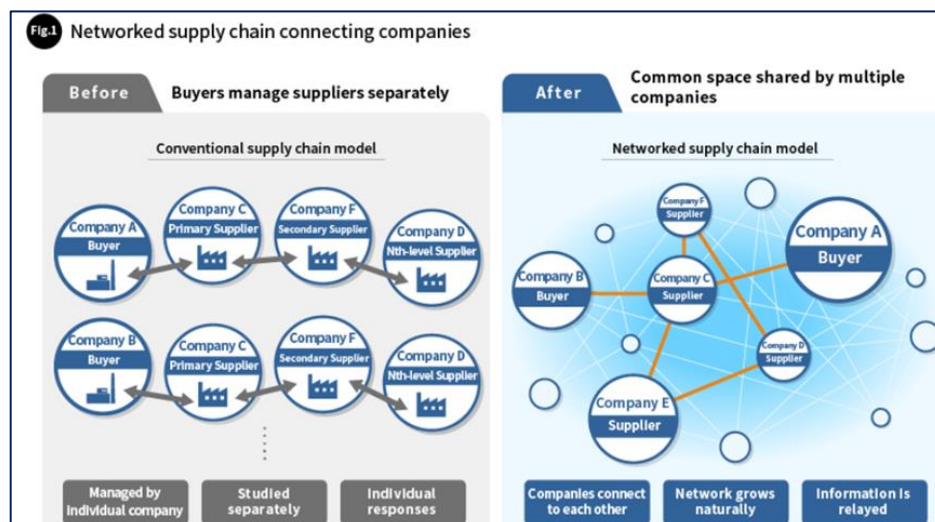


圖 3：東芝公司網絡化供應鏈平台

資料來源：

<https://www.global.toshiba/ww/company/digitalsolution/articles/tsoul/solution/s005.html>

透過開放式系統供應鏈平台，企業可互相連接，形成更靈活的供應鏈網絡。平台上的每個企業皆能自行分享和轉發資訊，與供應商溝通來獲取現場數據的機制，例如，規格、品質、成本、市場狀況、採購價格和災難相關數據。而在以往，企業要取得這些資料相當困難的，這也就是為什麼必須建立與供應商合作系統的關鍵因素。

東芝公司在實現韌性/彈性供應鏈方面，提出三步驟方法：

- (一) 準備供應鏈信息：共享並維護最新的供應商和供應鏈信息，以便在緊急情況下迅速反應。
- (二) 評估災害影響：快速進行調查，以確定受影響的生產地點，並集中資源於這些地點。
- (三) 進行供應鏈風險可視化管理，確保信息不僅限於緊急情況，涵蓋日常風險管理所需的信息，避免供應中斷風險。

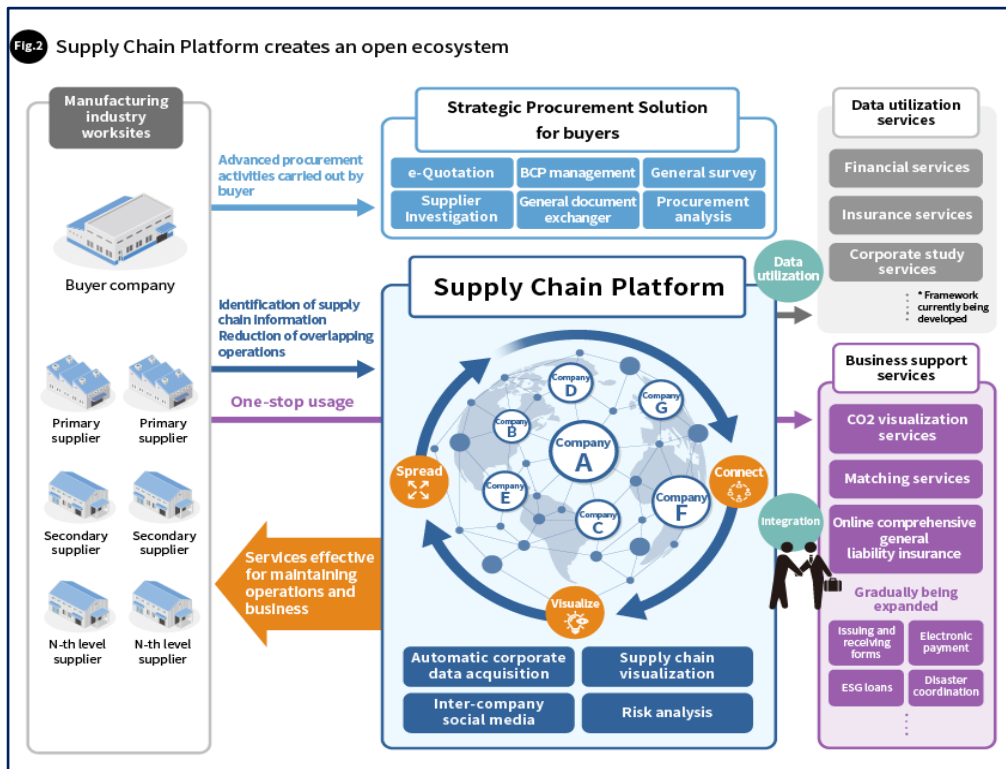


圖 4：東芝公司開放式系統供應鏈平台

資料來源：

<https://www.global.toshiba/ww/company/digitalsolution/articles/tsoul/solution/s005.html>

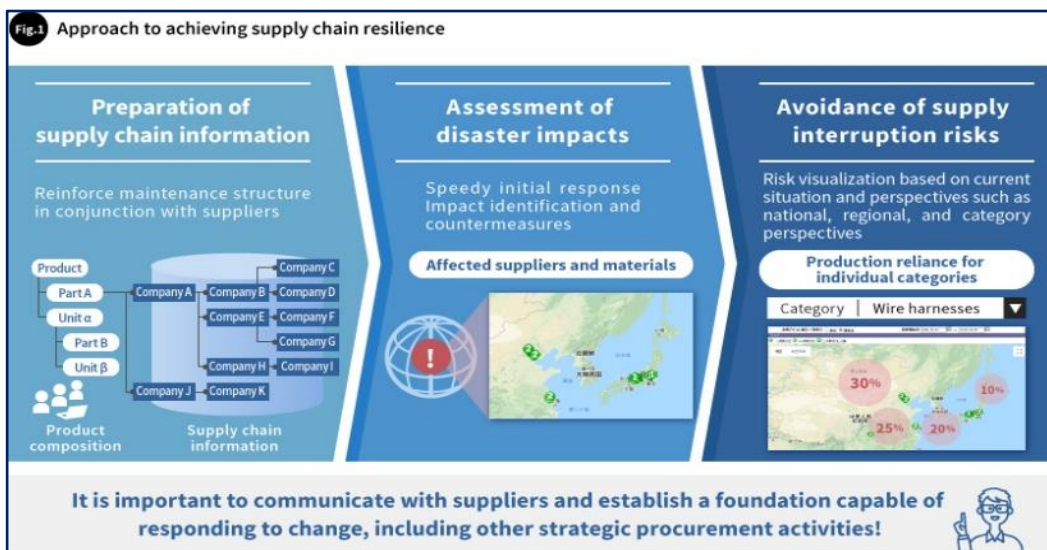


圖 5:東芝公司實現供應鏈韌性的方法

資料來源：<https://www.global.toshiba/ww/company/digitalsolution/articles/tsoul/35/002.html>



圖 6:參訪東芝公司相關照片

二、三菱電機公司

三菱電機公司 Mitsubishi Electric Corp. (以下簡稱三菱電機) 成立於 1921 年，總部位於東京丸之內。2023 年的營收為 5,003.7 億日元，主要業務如能源和電力系統(發電系統、傳輸和配電系統)、工業自動化系統(工廠自動化和工業機械)、資訊和通信系統(通信基礎設施和 IT 解決方案)、電子設備(半導體和其他電子元件)及家用電器(空調、冰箱等家用產品)，在全球擁有 209 家公司，其中包括 91 家位於日本和 118 家位於海外的子公司。

三菱電機在台灣能源業務深耕超過 70 年，其中在創新能源解決方案方面，與士林電機合作取得台灣首座有助於穩定電力的靜態同步補償器 (STATCOM) 訂單，預計 2026 年於南科變電所運行，有效解決因大量再生能源併入電網時，所造成的電力不穩定等問題。

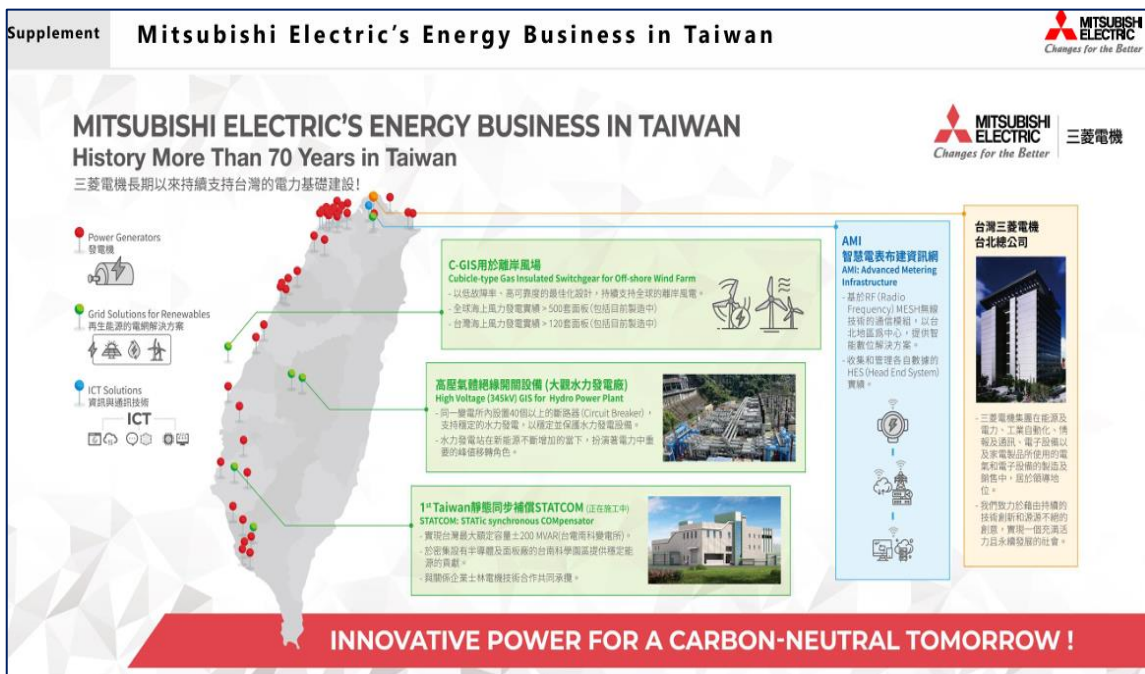


圖 7:三菱電機在台灣 70 年的能源創新與永續之路



圖 8:參訪三菱電機相關照片

三、三菱發電機公司神戶工廠

為了擴展發電系統市場，三菱電機與三菱重工於 2024 年 4 月共同成立了三菱發電機有限公司(Mitsubishi Generator Co., Ltd.，簡稱 MG)，總部設立於神戶，其中三菱電機持股 51%，三菱重工持股 49%，專營發電廠設施或設備相關的發電機及電氣設備的設計、製造、銷售和售後等業務，目前員工約為 830 人。截至 2024 年 3 月止，全球供應發電機共 3,376 台，其中日本供應 1,638 台，亞洲（不含日本）供應 696 台，歐洲供應 66 台，中東供應 304 台，美洲供應 531 台，非洲供應 88 台，大洋洲供應 53 台。

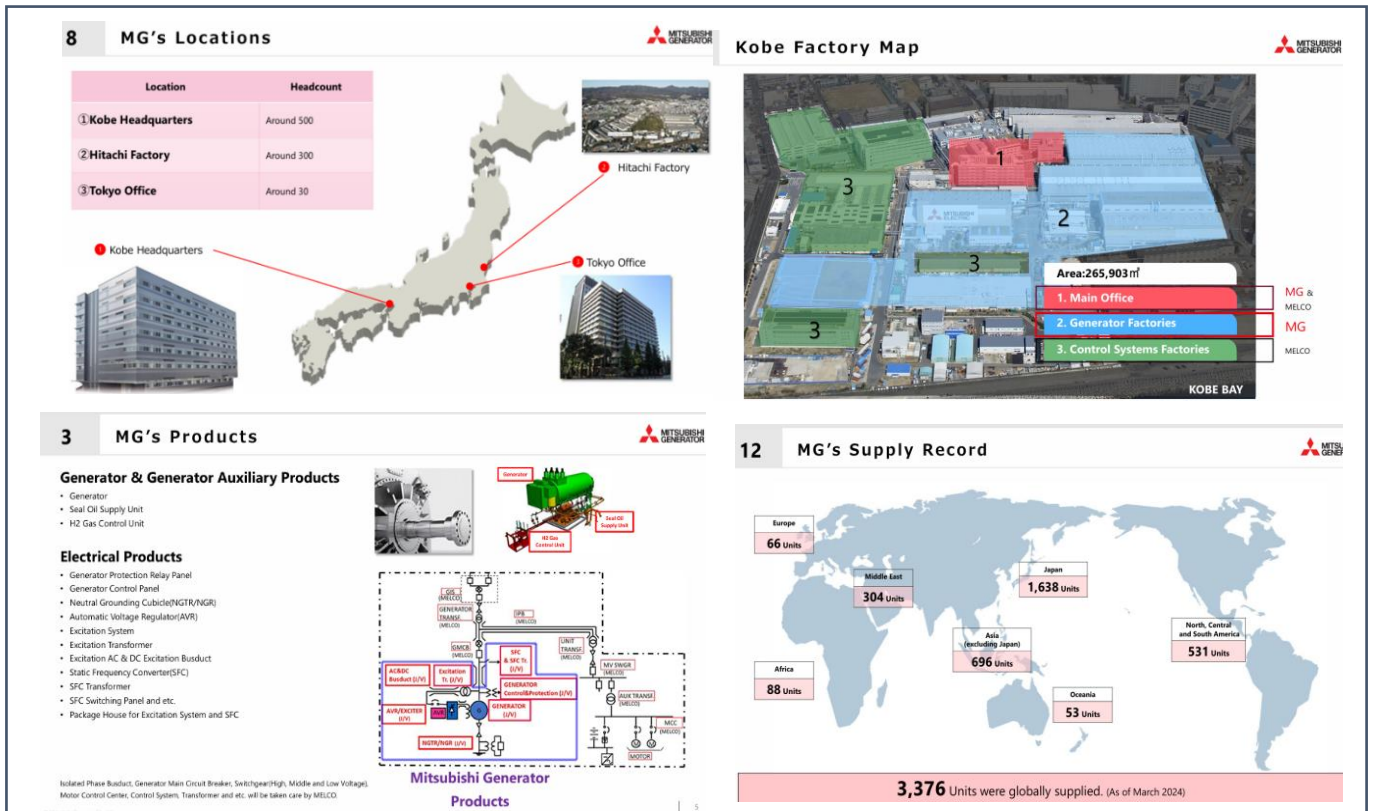


圖 9:三菱發電機的全球供應實績與神戶廠區業務

三菱集團推行永續性發展的供應鏈管理，具體如下：

- (一) 推行永續採購政策：2018 年，三菱電機制定了「CSR 採購指南」，以此向供應商闡述集團在永續發展方面的期望和要求。該指南以 RBA 行為準則(負責任商業聯盟)為依據，嚴格禁止供應商使用強制勞動、從事有害勞動以及僱用童工，同時要求供應商降低過長工時，保障工人獲得最低工資等權益。
- (二) 供應商評估與管理體系：導入綠色認證系統，依據「綠色採購標準指南」對供應商進行全面評估。評估範圍涵蓋供應商的環境管理體系認證、是否遵

守法定和監管要求、產品中化學物質的管理以及生物多樣性倡議等方面。2023 年約 400 家公司（包括辦事處）接受了評估，其中 87% 的供應商獲得或更新綠色認證。對於未達到集團標準 46 家公司，三菱與其積極溝通，提供指導，並督導其改善。此外，新供應商亦須遵守「綠色採購標準指南」。

(三) 人權政策的延伸：自 2019 年起，三菱集團就開始與供應商就人權問題在內的社會議題尋求共識。2022 年 2 月，三菱集團加入了 RBA，該聯盟致力於在全球供應鏈中推行企業社會責任。加入 RBA 後便承諾逐步符合 RBA 行為準則，以提升供應鏈人權管理的客觀性和透明度。



圖 10:參訪三菱發電機神戶工廠相關照片

四、三菱重工高砂氫能園區

三菱重工（Mitsubishi Heavy Industries, MHI）成立於 1884 年，擁有超過 140 年的悠久歷史，是全球領先的重工業集團之一，三菱重工集團在全球擁有 78,486 名員工和 256 家子公司，2023 年的合併收入達到 321 億美元。

三菱重工的業務範圍廣泛，涵蓋多個領域，以下是主要業務部門及其產品：

表 1：三菱重工的業務範圍

業務部門	主要產品
GTCC 事業部	大型燃氣渦輪機、蒸汽渦輪機
AdCS 事業部	空氣品質控制系統（AQCS）、鍋爐
SPMI 事業部	鍋爐、蒸汽渦輪機
航空航天事業部	火箭引擎、飛機引擎
能源系統事業部	廢棄物發電、化學設備、氫能技術

在市場地位與成就方面，是燃氣渦輪機市場領導者：2022 年續保持全球市佔率第一，市佔率高達 56%。在技術創新方面，三菱重工在氫能技術、碳捕捉與儲存（CCUS）等領域處於全球領先地位；在永續發展方面，積極推動綠色能源技術，並致力於實現碳中和目標，於 2022 年宣布「MISSION NET ZERO」計劃，目標在 2040 年實現碳中和，達到淨零排放目標。

本次參訪高砂氫能園區，是三菱重工在氫能技術的研發與應用的重要基地，主要目標是生產、儲存與利用氫氣，推動乾淨能源技術的發展。

三菱重工的供應鏈管理政策旨在實現永續發展，並確保供應鏈的透明度和合乎規範。三菱重工秉持著開放態度，依據相關法律、法規和社會規範，公平公正地評估和選擇供應商，以確保具積極性和競爭力的廠商能夠成為供應鏈的一員，為三菱重工提供高品質的產品和服務。

三菱重工於 2018 年 12 月修訂了「集團供應鏈企業社會責任推廣指南」，明確訂定人權、職業安全和環境保護方面的具體要求。希望透過這些企業社會責任準則，努力實現永續發展的社會，並要求所有合作夥伴配合實施這些準則。

三菱重工的供應鏈管理遵循以下核心原則：

- (一) 合規與企業道德：確保所有採購操作符合法律和道德標準。
- (二) 安全、質量、成本、交付與創新：在確保產品安全和質量的前提下，控制成本並按時交付，同時推動技術創新。
- (三) 人權與職業安全：要求供應商尊重員工的基本人權，確保工作環境的安全與健康，並遵守國際勞工標準。
- (四) 環境保護：致力於減少供應鏈對環境的影響，推動綠色生產，並要求供應商採取環保措施，減少碳排放和廢棄物產生。
- (五) 對地區和社會的貢獻：通過供應鏈活動，促進當地社區和社會的發展。



圖 11:三菱重工的供應鏈管理核心原則

三菱重工內部採購系統方面，各業務單位和集團公司設有採購經理和採購合規經理(Procurement Compliance Managers)，以管理集團內部的採購業務。採購經理由熟悉業務和採購流程的專業人士擔任，負責日常採購活動的規劃、執行和監督；採購合規經理則專注於確保採購活動符合相關法律法規、公司政策及道德標準，並通過定期審查和內部稽核等方式，防範採購相關風險。

此外，三菱重工亦透過定期召開「採購經理會議」(由各業務單位和主要集團公司的採購負責人組成)，討論與採購相關的措施，分享採購市場信息、交流成功經驗和應對挑戰的策略，共同制定提升採購效率和效益的方案。通過集團內部的協同合作，整合資源、降低成本、提高供應鏈的穩定性和靈活性。

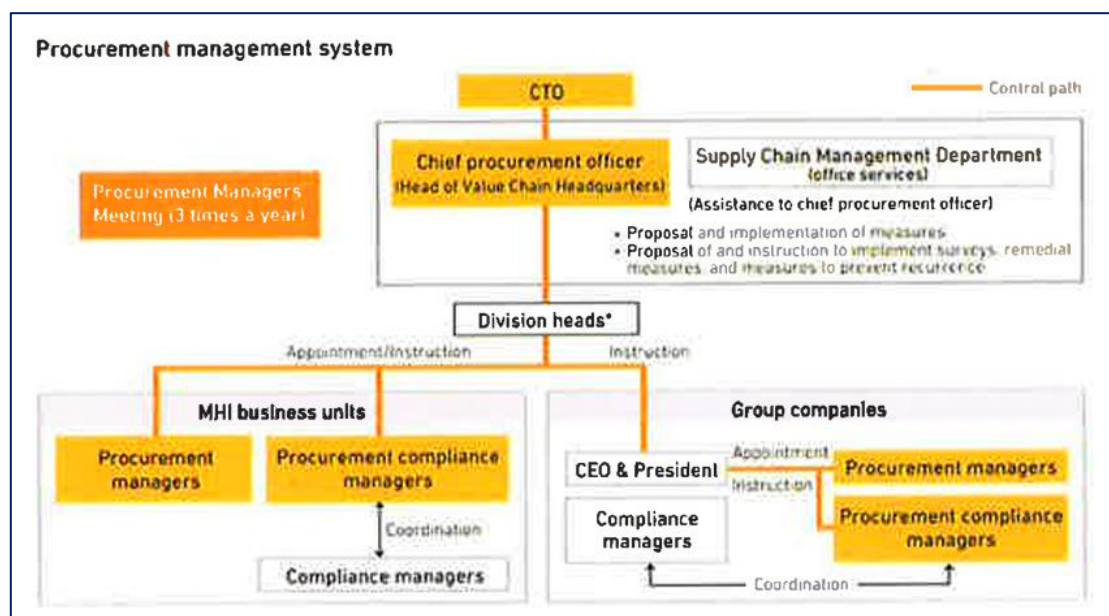


圖 12:三菱重工的內部採購系統

在關鍵供應商管理方面，三菱重工係根據訂單規模、零組件或設備的重要性、替代供應商的稀缺性以及地緣政治風險等因素擇定關鍵供應商。以 2023 年為例，供應鏈中一級供應商 (Tier 1 suppliers) 數量為 24,799 家。和主要一級供應商 (Primary Tier 1 suppliers) 數量為 2,111 家，一級供應商的占比約為 8.51%。三菱重工亦透過“業務合作夥伴會議”和“業務政策簡報”，向供應商闡述集團的 CSR 推廣指南，

並提供有關供應鏈中 ESG 風險相關資訊，以加深供應商更加瞭解集團對永續發展的要求。

在供應鏈數據分析方面，2023 年接受永續發展與 CSR 教育的商業夥伴數量達 2,521 家，推廣力度逐年增加中；在全球採購支出方面，日本為主要採購市場，採購金額高達 1,283.1 億日元，顯示出供應鏈在地化的重要性。

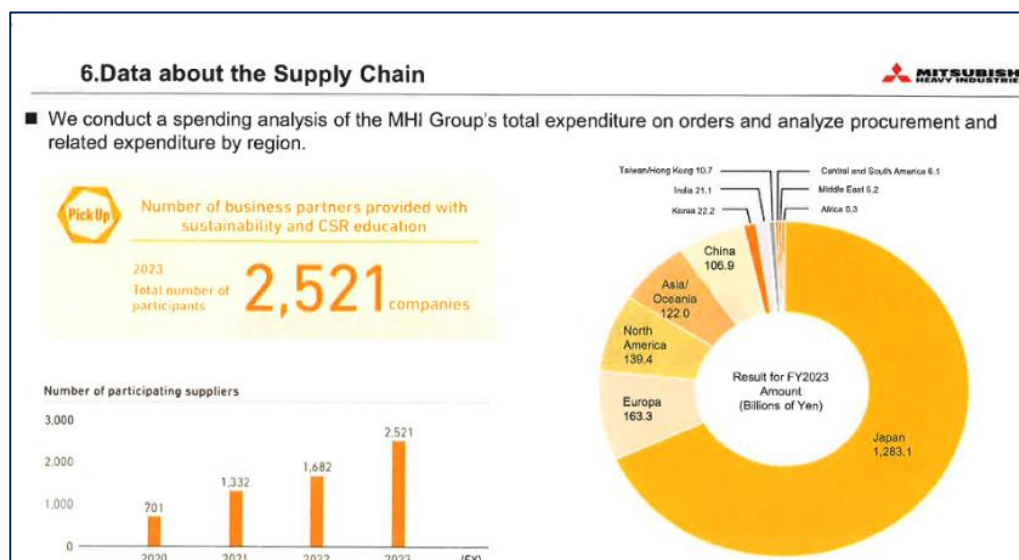


圖 13:三菱重工的供應鏈數據相關資料

三菱重工的永續發展與 CSR 採購報告：三菱重工透過問卷調查、現場調查和後續調查，評估供應商的 CSR/ESG（環境、社會和治理）措施，包括以下幾個關鍵步驟：

(一) CSR 問卷調查

1. MHI 使用聯合國全球契約日本網絡發布的 CSR 評估問卷（SQB）對供應商進行初步篩選。
2. 問卷涵蓋內容包括人權、勞動條件、環境保護、企業治理、合規性等。
3. 透過問卷調查，MHI 評估供應商的 CSR/ESG 措施，並確認供應商對 CSR 採購活動的認同。

(二) 現場調查

1. 對於在 CSR 問卷調查中自我評估較低的供應商進行現場調查，以觀察實際情況並提出改進措施。
2. 現場調查包括人權盡職調查，確保供應商符合 CSR 標準。

(三) 後續追蹤調查

1. MHI 在現場調查後進行持續監控，確保供應商實施改進措施。
2. 此步驟係確保供應商的 CSR/ESG 措施能得到持續改善。

三菱重工的 CSR 問卷調查涵蓋以下主要類別：

- (一) 企業治理：包括內部控制、投訴處理、舉報機制和信息安全等。
- (二) 人權：確保供應商尊重人權，禁止歧視，並遵守相關法律法規。
- (三) 勞動條件：評估供應商的勞動條件，確保公平待遇和安全的工作環境。
- (四) 環境保護：評估供應商的環境管理措施，包括減少廢棄物和碳排放。
- (五) 合規性：確保供應商遵守質量、安全、供應鏈管理和當地社區的法律法規。



圖 14:參訪三菱重工高砂氫能園區之相關照片

五、日本礙子株式會社

日本礙子株式會社(NGK INSULATORS LTD，以下簡稱 NGK 公司)，是全球主要礙子製造廠之一，藉由多年來各種純熟的陶瓷技術，持續將其電力、陶瓷及電子事業發展成為在生態、能源及電子等三項領域的全球競爭者。

NGK 公司成立於 1919 年，企業宗旨為「在日本生產絕緣礙子是我們對國家應盡的責任」；資本額 701 億日元，員工數：19,540 人（國內 40%/海外 60%）旗下有 47 家公司（國內 17 家 + 海外 30 家）。2023 年合併淨銷售額：5,789 億日元，其中能源基礎設施和電子產品業務佔營收比例最高。

NGK 的業務領域，集中於能源基礎設施、環境保護以及數位技術應用，主要包括：

- (一) 能源基礎設施業務：提供電力傳輸所需的各類產品，如懸垂礙子，確保安全穩定的供電系統。
- (二) 電子產品業務：專注於高性能陶瓷元件及設備，用於先進電子產品。
- (三) 陶瓷產品業務：生產各類陶瓷產品，應用於工業與日常生活中。
- (四) 環境業務：開發減少污染及保護環境的技術，例如汽車尾氣過濾技術。
- (五) 數位社會業務：針對數位化需求，研發相關技術和產品。

主要產品

- (一) 懸垂礙子 (Insulators)：用於電力傳輸系統，確保安全供電。
- (二) NAS 電池：全球首個兆瓦級電能儲存系統，能有效提升再生能源使用效率。
- (三) 汽車相關產品：
 - DPF (柴油顆粒過濾器)：減少柴油引擎排放的關鍵技術。
 - HONEYCERAM (蜂窩陶瓷)：用於汽車催化轉換器以淨化廢氣。
- (四) 電子元件：如半導體製造設備的陶瓷元件。



圖 15:NGK 公司擁有多項世界第一的產品

本次參訪 NGK 公司的小牧工廠，佔地面積約 309,294 m²，主要生產懸垂礙子，由 NGK 公司的小關先生帶我們實際參訪懸垂礙子的製造過程，因為工廠管制無法拍照，僅以圖示呈現懸垂礙子由原物料到成品的生產過程。

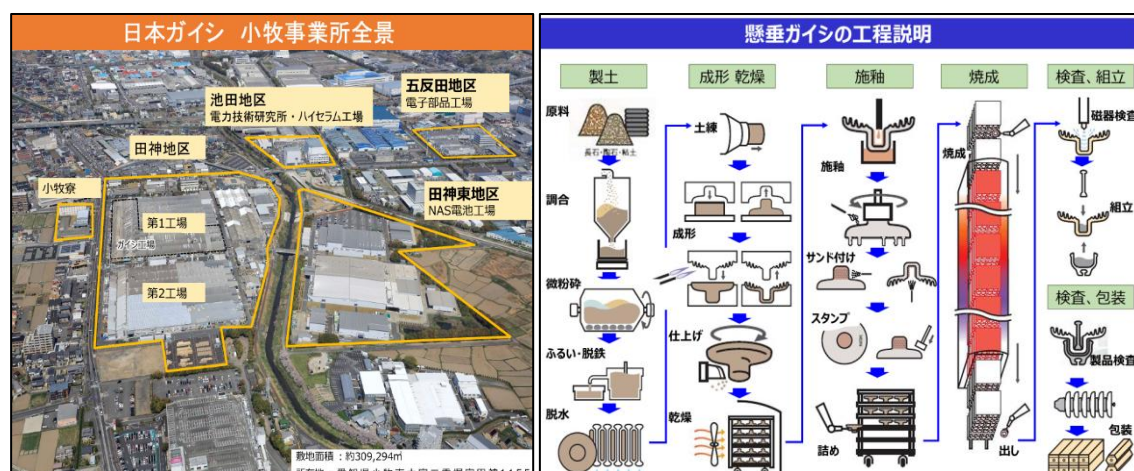


圖 16:小牧工廠全景及懸垂礙子製造過程

本日行程相當緊湊，下午參訪了 NAS 儲能電池工廠及電力技術研究所；NGK 公司的技術研發以陶瓷技術為核心基礎，在全球積極推廣碳中和及發展數位化社會的背景下，NGK 公司深入布局陶瓷領域的研究工作，從最基礎的陶瓷材料特性研究，到探索陶瓷技術的各種應用場景，均投入了大量精力。在眾多的研發成果中，NAS 儲能系統中的 NAS 電池（即鈉硫電池）尤為突出，憑藉獨創的精密陶瓷技術，實現了世界首次兆瓦級蓄能的產品，在推動能源轉型和永續發展方面發揮著重要作用。NAS 儲能系統具備十大特色與優點如下：

- (一) 大容量長時間儲能：NAS 系統可提供長效放電能力，適合用於電網調峰、負載平衡和可再生能源的儲存需求。
- (二) 高能量密度：與傳統鉛酸電池相比，NAS 電池具有更高的能量密度，可在相對小的空間內儲存大量電能，減少占地需求。
- (三) 高效率的能量轉換：NAS 系統具備高達 80%至 90%的充放電效率，在電力轉換過程中減少能量損失。
- (四) 壽命長與耐久性：NAS 儲能系統擁有 15 年以上的使用壽命，能承受多次充放電，降低了更換和維護的頻率。
- (五) 高安全性設計：NGK 採用多層次的安全設計，包括耐高溫材料和內部隔熱機制，有效防止過熱與熱失控。
- (六) 全天候穩定運行：NAS 電池能夠在嚴苛環境下工作，包括極端高溫或低溫條件，非常適合不同氣候條件下的應用。
- (七) 材料環保與資源豐富：NAS 電池以鈉 (Na) 和硫 (S) 為主要材料，這些資源豐富且可回收，降低了對稀有金屬的依賴，環保性強。

- (八) 支援電網穩定性：NAS 儲能系統能夠實現電網的頻率調節、電壓控制和削峰填谷，提升電網的運行效率和穩定性。
- (九) 適合可再生能源：與風能、太陽能等可再生能源完美結合，解決間歇性供電問題，實現能源的高效利用與穩定供應。
- (十) 全球實績與信譽保障：NAS 儲能系統是世界上首款商業化的電池儲能技術，已在全球超過 200 個地點成功運行，總儲能容量超過 600 MW / 4500 MWh，具有成熟技術與良好口碑。

最後來到電力技術研究所，參訪 NGK 公司電子技術研究所內的「高壓試驗所」與「礙子博物館」。高壓試驗所係透過特定的升壓裝置模擬不同等級的高壓環境，對礙子進行耐壓測試，以確保產品在實際高壓輸電環境下的安全穩定運行，包括模擬雷擊電流、高壓絕緣性能測試以及長期耐候性試驗，試驗電壓達到數百千伏，其精密儀器能捕捉瞬間電流對礙子材料的衝擊與破壞機制。

接著，我們在礙子博物館回顧了礙子技術的百年演進歷史。館內展示了從 1875 年生產的陶瓷礙子到現代複合材料礙子的樣品。博物館特別強調了日本在全球輸電與配電領域的重要貢獻，以及因應各國不同地理條件而調整其產品設計的實體樣品。

在永續供應鏈管理方面，NGK 公司於 2023 年修訂了採購政策，並推動 CSR 採購，以順應社會對供應鏈企業社會責任（CSR）的需求，選擇有 CSR 和 ESG 管理措施的供應商。2010 年制定集團供應鏈 CSR 採購指南，2013 年整合綠色採購標準，2024 年 7 月修訂為供應商行為準則，並要求主要供應商在新項目或現有項目中遵守。



圖 17: NGK 公司推動 CSR 採購時間軸

在「供應商行為準則」方面，NGK 公司於 2024 年 7 月對內容進行了全面審查，並將其修訂為「NGK 集團供應商行為準則」，要求主要業務合作夥伴遵守本準則，內容包含：遵守法規與國際規範、人權與勞動、安全衛生、環境管理、負責任的採購、管理體系、供應商的溝通與合作等準則。

在「供應商評估」方面，NGK 公司從以下幾個方面來識別重要的供應商：

- (一) 主要生產項目：主要產品（如汽車排氣淨化用陶瓷、電力用絕緣子和相關裝置、電子電氣設備及半導體製造設備用陶瓷）的原物料廠商。
- (二) 交易量：主要生產項目購買量的 80% 以上。
- (三) 業務連續性計劃（BCP）：單一供應商提供了 70% 以上的特定原材料或模具。截至 2024 年 3 月，已將 38 家公司（22 家一級公司，16 家二級公司）定位為重要供應商。

在「現有供應商評估」方面，定期要求現有供應商書面同意遵守行為準則，2021 年起展開包含人權、勞工、環境等 9 個主題 114 個問題的調查，評估 CSR 情況和風險，調查範圍逐步擴大至集團海外主要供應商。評估項目涵蓋公司治理、人權 / 勞工、環境等多方面。

「與採購夥伴的溝通活動」方面，2023 年舉辦說明會，向現場 117 家、線上 80 家供應商說明業務成果和材料採購政策，並要求持續遵守 CSR 採購。

「審查和加強溝通」：加強供應鏈各環節溝通，包括定期價格談判、資通安全等主題交流意見，設立供應商熱線系統發現和解決問題。

「實地考察和監控供應商」：對國內外供應商進行實地審核，評估 QCD（品質、成本、交期）表現。2023 年對 41 家現有供應商進行品質審核，其中包括 20 家重要供應商，審核中進行評估和回饋及意見交流。

「供應商培訓支援活動」：NGK 公司提供安全相關講座，分享事故和災害案例，2023 年會議有 52 家公司共 77 人參加。

「負責任的資源和原料採購」：採購時考慮原材料使用對地區社區的影響，避免使用可能引發人權侵犯和貧困等社會問題的材料（如衝突礦產），亦應客戶的要求進行供應商調查。



圖 18:參訪 NGK 公司相關照片

肆、心得與建議

在 ESG（環境、社會、治理）永續供應鏈行動策略方面，建議召集利害關係人共同研討，修訂本公司「材料供應商行為準則」，要求現有供應商書面同意遵守行為準則；建議未來可導入以下策略期以提升供應鏈韌性，降低風險，取得長期穩定的競爭優勢：

一、環境（E）：

（一）綠色供應鏈與碳足跡管理

1. 建立供應商碳排放/碳足跡監測機制，要求供應商在製造過程中使用再生能源、減少碳排放，並定期報告碳排放數據。
2. 推動綠色採購政策，優先選擇低碳排、環保認證（如 ISO 14001、FSC）的供應商，以確保產品原料來源可持續性。

（二）供應鏈循環經濟策略

1. 採用可回收材料，減少供應鏈中的一次性塑膠與包裝廢棄物。
2. 建立回收系統:與供應商合作評估有效的回收系統，收集和回收廢棄材料和產品，讓退役或報廢器材回收再生或包材循環再利用，以延長器材生命週期並減少浪費和對環境影響。
3. 再利用設計：於器材設計階段考慮可拆解性和再利用性，確保產品在生命週期結束後可以輕鬆分解和回收。包括使用可回收的材料和模組化設計。
4. 引入替代材料：研討環保的替代材料，如可再生資源和可降解材料，以減少對傳統高污染原物料的依賴。

二、社會（S）：

- （一）訂定供應商行為準則，明確規範勞動權益需符合勞基法規等法令制度。
- （二）建立供應鏈稽核制度，透過第三方機構定期審查供應商是否遵守人權與勞動標準，杜絕強迫勞動與童工問題。
- （三）供應商多元化與當地社區發展：提供中小企業或弱勢團體更多機會，促進供應鏈的公平性與包容性。
- （四）供應商落實在地供應鏈模式，減少長途運輸對環境的影響，並促進當地就業機會與經濟發展。

三、治理（G）：

- （一）對高風險供應商（如涉及高污染或人權爭議企業）建立額外監管措施，並定期進行現場稽查及要求改善。
- （二）導入第三方 ESG 稽核機制，每年進行關鍵供應商審核與 ESG 風險評估。
- （三）設立供應商 ESG 認證制度，確保供應鏈企業符合國際 ESG 標準(如 RBA 負責任商業聯盟)。
- （四）訂定供應鏈應變計畫，確保當供應商無法履約時，能迅速轉換至備選供應商。

- (五) 定期發布 ESG 永續供應鏈報告，讓利害關係人及社會大眾了解材料供應鏈永續管理上的努力與成果。
- (六) 導入數位化供應鏈管理，例如數位孿生技術(以數位孿生技術來實現永續供應鏈，詳補充說明)：
1. 建立供應鏈的虛擬模型，即時監測供應商生產狀況及設備的運作效能，主動掌握供應鏈動態。
 2. 供應鏈風險預測：利用 AI 分析歷史數據與即時監測數據，預測原物料短缺、物流延遲等風險，提前調整供應策略。
 3. 設備遠端監控與維護：在設備管理方面，遠端智能監控機械設備狀態，預測維修週期，降低設備故障帶來的生產中斷風險。
 4. ESG 供應鏈數據平台：建立供應商 ESG 資訊庫，提升 供應鏈資訊共享效率。
 5. 智能供應鏈決策系統：透過 AI 模擬最佳採購、物流與庫存管理方案，以最經濟實惠且低碳的方式達成材料管理的目標。

補充說明

導入數位孿生技術，以最小成本及最大效能來實現永續供應鏈。

數位孿生 (Digital Twin) 是智能化與永續發展的關鍵技術，通過在虛擬世界中建立實體物件的「虛擬副本」，來模擬現實運作狀態，提前辨識潛在問題並優化決策。

數位孿生相較於傳統模擬，能利用即時數據預測未來，動態應對各種突發情境。例如將儲運中心的貨運車輛、堆高機等設備放置傳感器，實時監控運作狀態，預測維修週期，降低維護成本；輝達 (NVIDIA) 執行長黃仁勳於 2024 年在台大演說中展示 NVIDIA Earth-2 數位孿生地球的應用，能準確預測台灣氣候變化。

數位孿生技術在供應鏈協作、風險管理與永續發展中發揮關鍵作用。在採購管理方面，測試不同的策略以最短時間和最低成本取得資源。在庫存管理方面，建立虛擬模型實時監控庫存狀態，減少庫存積壓。在物流管理方面，模擬不同運輸路線，選擇最佳方案確保材料及時運抵。在品質管理方面，虛擬測試設備性能與耐用性，預測故障點，驗證供應商規格。此外，數位孿生可提供設備的「健檢報告」，優化材料採購與配送流程，確保供應鏈穩定性。**數位孿生是未來材料處優化供應鏈的轉型核心，有助於實現穩定供電的目標。**