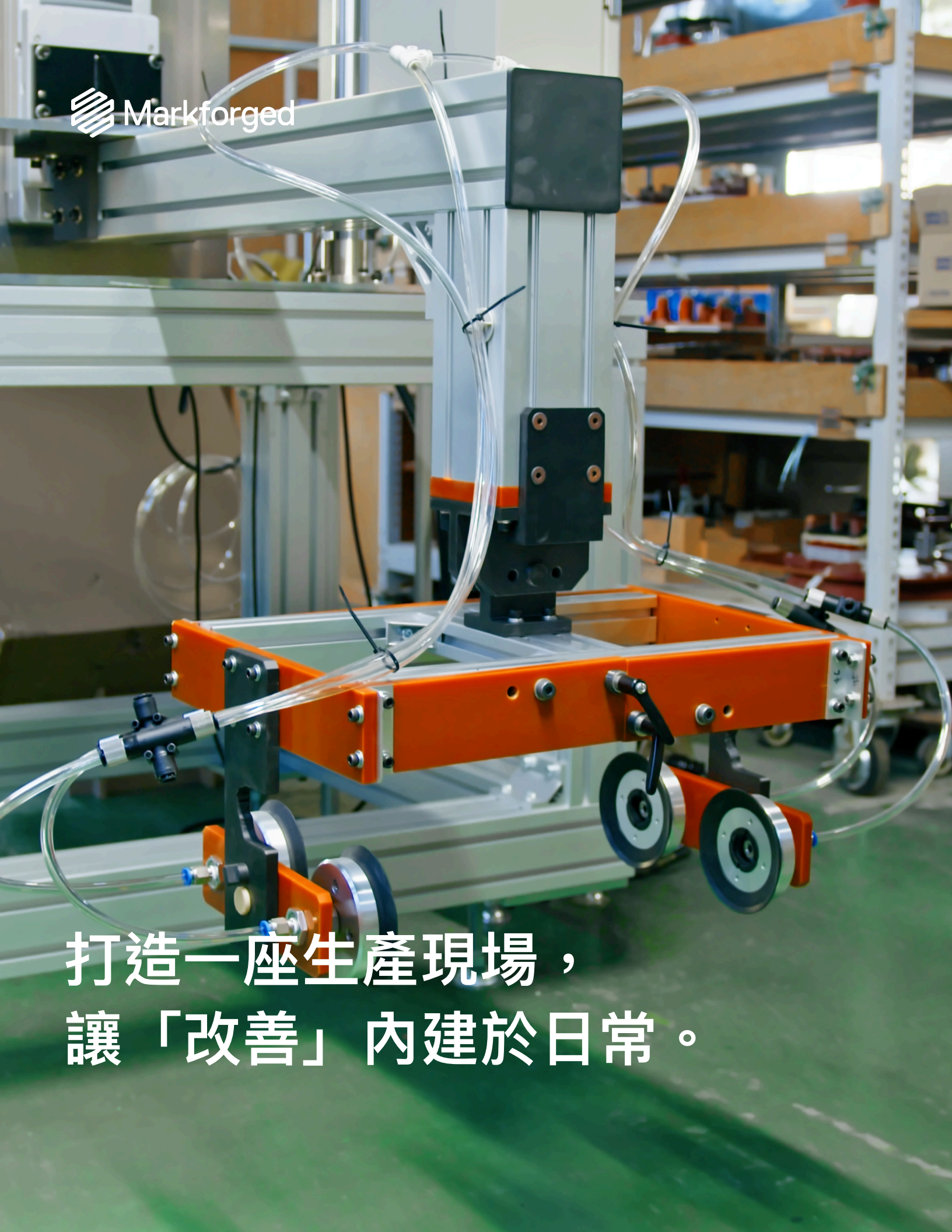


打造一座生產現場，
讓「改善」內建於日常。

客戶案例

Markforged

Yamaha Fine Technologies Co., Ltd.

YAMAHA
Make Waves

Yamaha Fine Technologies Co., Ltd. 是 Yamaha Corporation 旗下企業，以鋼琴塗裝工藝為基礎，製造汽車內裝零件。在日本國內為數不多的實木內裝件製造商中，該公司被公認為領導廠商之一。

自從 Markforged X7 進入生產現場，該公司把更多製作轉為內製，治具尤其如此。此後，現場問題的應變速度提升、改善循環加快，停機風險也隨之降低。這不僅讓高品質設計得以穩定量產，更成為一個「把現場改善從臨時補救，轉變為前瞻性挑戰」的基礎。

挑戰

精密的生產體系與嚴苛的標準

該公司的業務，是向各家 OEM 提案設計概念，接單後建立製程，把概念變成站得住腳的工業產品，並穩定供應內裝零件。其獨到之處，在於能把木材這種天然材料，做成站得住腳的工業產品。木材的紋理與外觀會因產地與環境條件而異，因此製造的核心課題，就是讓工業產品要求的尺寸精度、外觀一致性與品質穩定度，與天然材料與生俱來的變異取得平衡。



將本身帶有變異的材料，導入符合工業標準的規格。製造必須在以小數點計算的公差內完成。

「我們做的事非常接近工藝，卻必須把它變成工業產品。難就難在這裡。」

黑木先生負責生產技術，現場所有生產技術課題都由他一手包辦，包括產線啟動所需設備的引進與改造、夾治具設計，以及尺寸品質的穩定化對策。

「首要之務，
就是絕不讓設備停下來。」

在量產中，設備一旦停下，就會引發連鎖反應——不只是復機本身，還有復機後的品質確認、換線換模，以及人員的重工。面對木材這種本身就帶變異的材料，公司不僅要做出設計品質一致的成品，還必須在不中斷的前提下量產。這是一個在極嚴格的公差範圍內，同時被要求品質與數量的生產環境。



黑木先生，生產技術負責人

導入前的課題

「現場每次需要治具或輔具，公司內外都會產生工時與等待。設計、發包加工、採購、等待交件——整條流程我們自己收不了尾。結果，改善要落地所花的時間，就成了很大的課題。就算發生非預期停機，有時也沒辦法立刻取得替換件，復機因此延後。」

機械加工需要事前的裝夾設定，還要準備與挑選刀具和材料，這些都仰賴經驗與 know-how。

於是，PDCA 循環能跑得多有效，就出現了上限——想改善馬上就試，又不想讓體系過度依賴個人本事，兩者難以兼顧。

「就算提出了改善提案，落實前的等待太長，改善的熱度也就慢慢冷掉了。我認為這不只是時間的問題，對整個組織來說，更是失去了學習的機會。」

此外，要打破「3D 列印機只能做原型」的既定印象，我們必須建立務實的概念驗證，包含品質保證與運作設計在內。

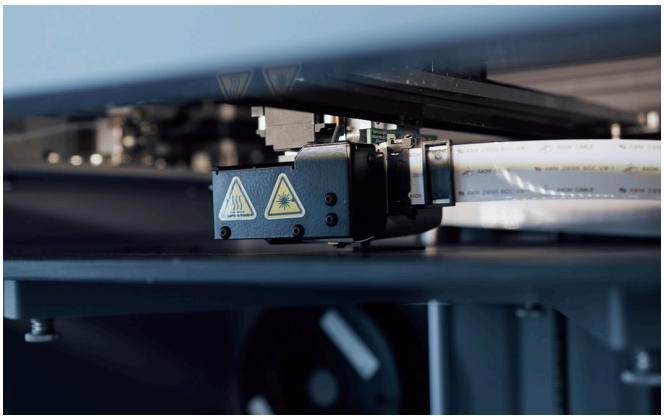
解決方案

相遇的契機與選擇的理由

公司第一次接觸 Markforged，是在 2019 年前後的一場展會。

「當然，品質好到可以把治具直接用在實際生產設備上，而不只是做原型，這是關鍵。但我們會考慮他們，還有另一個原因：在市面上買得到的產品裡，Markforged 是唯一提供連續碳纖維線材的廠商。」黑木先生說明。

「列印尺寸的大小，以及 Markforged 自家切片軟體帶來的操作便利性，也很吸引人。我們確實考慮過更便宜、更小的機型，但列印體積不足以應付治具用途。所以我們在公司內部說明 X7 的必要性，推動導入。不過導入後，我們沒辦法立刻把它完全用在量產上。與其馬上拿來做治具，我們先做了各種試件，花了大約半年反覆驗證：這台機器做得到什麼、要怎麼用才有效。」



有了 X7，現場的前置時間縮短、替換成本降低，改善循環也更快。

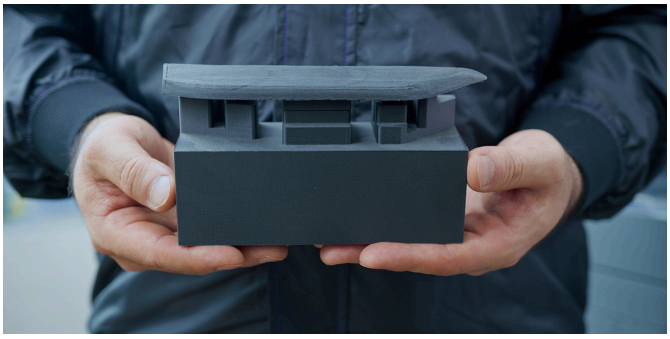
他們並不是什麼都拿 X7 來做，而是透過一體成型列印、列印方向、纖維增強與設計手法的實驗，累積內部 know-how，把用法最佳化。他們為列印方向、壁厚與纖維增強訂出設計準則，再依需要搭配後處理、嵌件與金屬補強襯板，把 X7 用得爐火純青。

「我們之所以能這樣反覆試錯，是因為從發現該改善，到真的動手驗證，中間可以很快。」

導入之後，治具製作的前置時間——過去外包要好幾天到好幾週——已縮短到最快當天就能交件的程度。

這讓突發狀況的復原速度提升，也建立起把產線衝擊降到最低的機制。Markforged 真正的價值，不只在於零件做得快，而在於現場任何一個人，都能在短時間內穩定做出「品質堪用的零件」。

這次導入最根本的價值，是把原本容易依賴個人本事的改善活動，轉化成整個組織都撐得起來的一套機制。



要用有限人力撐起量產運作，硬體夥伴不可或缺。

「目前 X7 一年運轉大約 2,000 小時。現階段會操作的只有三、四個人，但我們打算把人數再往上加。」

實際在做的零件包括定位治具、導引件、臨時固定治具、檢查輔具、防護罩，以及配線 / 配管導引件——都是能立刻在現場見效的零件。

「我們從風險相對低的地方開始，優先挑效益看得見、又能橫向展開的應用。這樣公司裡的人才能很快理解這筆投資的價值。」

人人都能上手，人人都能受益

此外，就運作面而言，切片軟體好不好用是關鍵。Markforged 的軟體內建已最佳化的列印條件，設計上不必調參數就能穩定列印。黑木先生表示：

「不用想太多就能用，這是很大的優點。」

他說明，設定自由度太高，反而會因人而異、條件不一致，品質跟著跑掉；Markforged 的系統則讓任何人都能做出品質一致的零件，很適合現場運作。對現場來說，好處不只是省錢。舉例來說，曾有一個治具原本重 22 公斤，減到約 12 公斤。

「治具輕量化是我們的重點目標之一。減少搬重物的負擔，直接關係到作業性與安全。有些金屬治具超過 40 公斤，我們非常希望能把它減輕。」



直覺化的操作，讓任何人都能成為操作者。

KPI 總覽 — 導入 Markforged X7 的成效

KPI 項目	導入前	導入後	改善幅度
夾治具前置時間	約 7 天	1 天	85% 縮短 ↓
夾治具成本	100%	約 25%	75% 降低 ↓
改善循環	以週為單位	當日 / 隔日就出 Ver.2	PDCA 循環加速 ↗
緊急應變	等待外包零件	立即列印替換件	復原應變力提升 ↗
應用範圍	原型 / 低風險治具	用於 24/7 產線的零件	拓展至實際量產應用 ↗

未來展望

談到未來的發展，公司打算把重心從「做得快」轉向「可重現的穩定運作」。具體來說，目標是針對每一類治具，建立設計基準、材料選用準則與評估方法，形成一套可以橫向套用的框架。

此外，對於年產量低的零件——例如選配件——公司正在考慮用樹脂列印，取代傳統開高價模具的做法。

「接下來的時代，我認為不必只為了開模就花上數百萬日圓，一定有別的選項。這種時候，如果能用 3D 列印部分取代，那就再理想不過。」他說。

談到更遠的願景，他說：「我們希望讓現場的人，能把腦中想的形狀原原本本做出來，再帶回現場做改善。」

目的不是讓生產技術部門獨自扛起改善責任，而是讓第一線人員自己更容易把改善構想化為實體。同時他也提醒，這不代表放著不管；生產技術端仍必須一邊盯著品質與變異的風險，一邊提供支援。

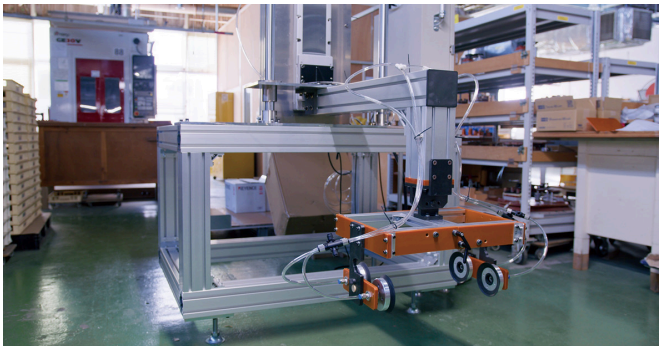
「東西誰都做得出來，對吧？但要拉到設計的層次——像是把零件組合起來提高剛性或強度——就不是每個人都辦得到。所以我希望能看到更多帶頭做現場改善的人。要憑經驗突然想出點子並不容易，例如機構知識，或是零件怎麼分割、怎麼堆疊。從這個意義上，我相信只要具備一定知識與經驗的人陸續出現，這些改善就能橫向擴展開來。」

這套系統的導入，也讓治具的設計思維發生轉變。過去的設計前提是：在製造期間治具「絕對不能壞」，好把突發停機的風險壓到最低。但現在，面對機台故障與現場提出的改善建議，公司已經有能力在當天就釋出更新版本。

「我們已經從『假設它不會壞』的設計，轉向另一種思維：一開始就把容易磨耗的部位，設計成方便更換。」

從「不能壞」到「好改善」。
X7 改變了治具設計。

此外，公司也開始探討治具本身形狀的改變——這是將近 25 年來都沒有大幅修改過的東西。他們正運用積層製造（AM）獨有的設計自由度，驗證這些治具能否實際投入量產使用。



因治具而得以實現的新裝置。

「隨著整個汽車開發的前置時間越來越短，供應鏈也被要求要能快速跟上設計與製程的變更。要應付這類非預期的外部變化，平時就維持『治具與輔具隨時能快速重做』的狀態，已經成為支撐品質、交期與量產穩定度的關鍵。」

最後，我們問黑木先生，是什麼在驅動他。

「我想創造一種狀態：讓大家能把力氣花在真正重要的判斷與品質上，最後帶來穩定的品質，以及承接新工作的機會。為了做到這件事，我不怕採用新技術。」

導入 Markforged X7，不只是一筆資本支出。它建立起一個「製造根基」：讓現場能自己思考、立刻把想法做出來，並持續推動改善。一座不停下來的現場，一場不停止的改善。Yamaha Fine Tech 的實踐，正在為製造業的未來立下新的標準。