



GLOBAL X ETFs研究

# 日本於機械人領域的主導地位。

從1960年代開始，汽車製造工業的興起以及隨之而來工業機械人的興起為創造日本經濟奇蹟發揮了不可或缺的作用。到1980年代，這種勢頭加速，評論員開始將1980年稱為日本機械人技術的「元年」。以上因素最終將日本推至當今機械人領域的主導地位。

本文將深入探討日本機械人的世界，包括回答幾個關鍵問題：

- 這個行業是如何形成的？
- 日本在當今機械人主題的哪些領域佔有優勢？
- 機械人技術如何幫助日本應對當前和未來的各種挑戰，包括人口下降、經濟低迷和新冠肺炎？

## 工業機械人創造日本經濟奇蹟

### 經濟輝煌的早期跡象於1964年奧運會後出現

快速的經濟增長是1960年代日本的時代精神。池田勇人首相大膽推行收入倍增計劃，國內製造業擴張如火如荼，1964年東京奧運會成為國家振興的象徵。這是日本機械人產業邁出第一步的背景。

在美國，Unimation公司於1961年與通用汽車公司合作採用第一台工業機械人Unimate。Unimation於1968年決定與川崎重工業建立合作夥伴關係，被認為是日本工業機械人的決定性時刻。僅一年後，川崎-Unimate成為日本史上第一台國內生產的工業機械人。<sup>1</sup>在此初期階段，日本公司在很大程度上依賴其美國合作夥伴提供研究和設計。

發那科是工業機械人的未來巨頭，在1960年代主要專注於數值控制(NC)，直到1970年代才開始機械人生產。<sup>2</sup>至於日本其他未來機械人領導者包括在1960年代大部分增長來自韋伯高架輸送系統的大福，以及已經入選《財富》雜誌世界100強公司，從事各種電氣產品生產的三菱電機。<sup>3,4</sup>

在1960年代，收入和購買力的增加轉化為對個人汽車需求的增加。與此同時，儘管快速的城市化將年輕工人從農村帶到城市，但日本仍面臨勞動力短缺的問題。這種短缺意味著聘請工人非常困難，要找到能夠並願意在汽車工廠從事“3D”工作（即骯髒、危險、低級）的熟練工人就難上加難，例如焊接和噴漆工人。此外，日本公司終身聘用的常規和高度的就業穩定性意味著工人對引入機械人和自動化並不感覺到多大威脅。<sup>5</sup>以上所有因素都鼓勵汽車工廠自動化。

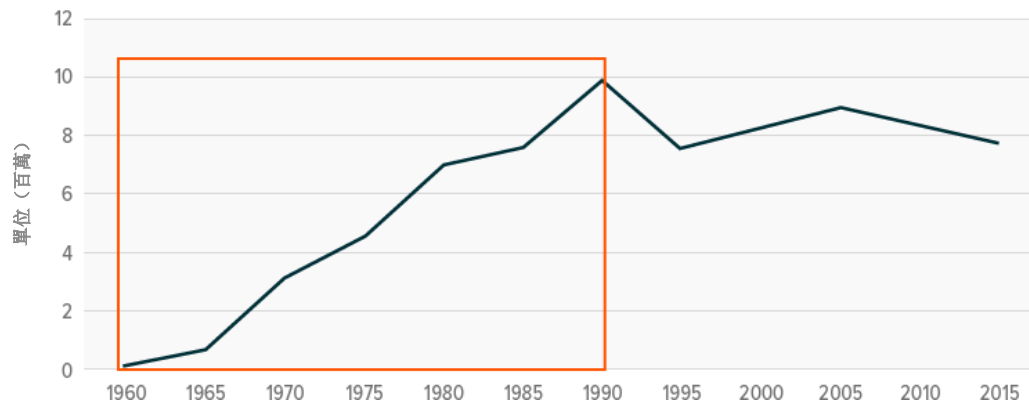
作者：  
Dillon Jaghory

日期：2021年11月1日  
題目：國際，科技



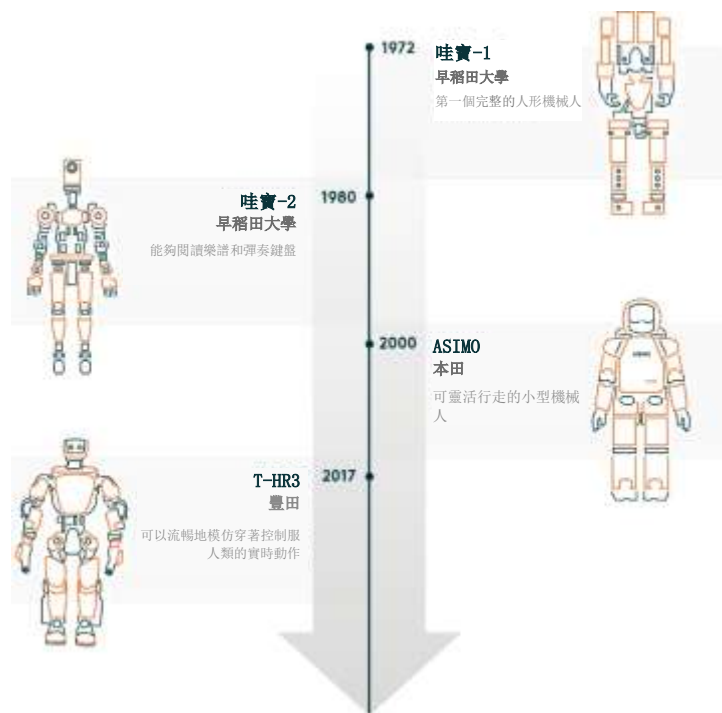
## 汽車生產，日本 1960-2015

資料來源：日本汽車工業協會，截至 2020 年。



日本汽車工業在戰後時期經歷了快速增長，直到日本經濟泡沫破滅。工業機械人對於弧焊和點焊以及汽車裝配線上的油漆應用變得非常有用。

正當川崎的機械臂在汽車裝配線上辛勤工作的同時，早稻田大學成為人形服務機械人領域的先驅。早稻田研究人員在1960年代對步行腿原型進行了試驗，並於1972年創造了第一個完整的人形機械人哇寶-1。



從早稻田大學的哇寶-1到豐田的T-HR3，日本的人形機械人已經走過了漫長的道路。

## 1980年成為日本工業機械人的「元年」

到1980年代，日本的競爭力 and 創新潛力非常突出。日本的機械人產業當然也是如此。在兩次石油危機和與美國貿易緊張局勢的影響改變了商界領袖的考慮之後，日本的經濟增長有所放緩，但對於日本機械人製造商來說，這是一個充滿機遇的時代，因為他們在技術上變得更加獨立，其市場也變得更加國際化。

機械人技術在這個時代迅速擴張，所以日本評論家今天經常將1980年稱為機械人技術的「元年」。

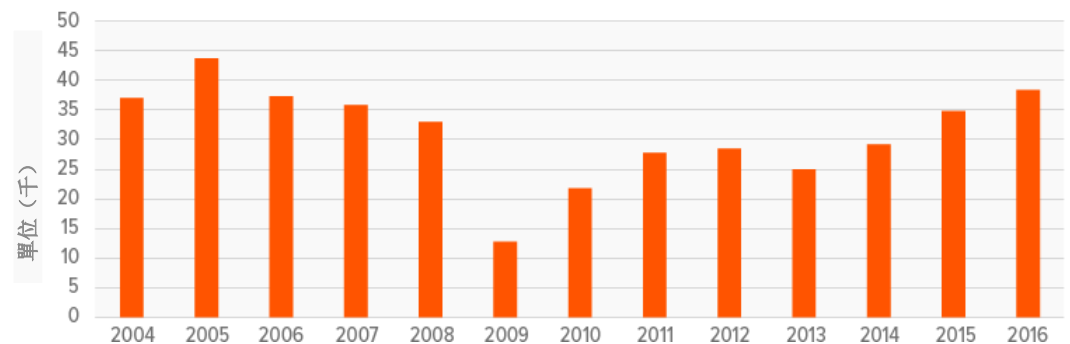
擴張的促成因素之一是機械人從液壓轉向電動。從直流伺服電機到交流伺服電機的過渡以及微處理器的進步大大提升了精準度。<sup>6</sup>牧野洋教授發明的SCARA（選擇順應性裝配機械手臂）機械人證明了日本的創新實力。憑藉不斷提高的技術實力，日本機械人製造商在1980年代積極擴展業務。發那科把總部搬遷到如今頗有名氣的富士山腳下，並與通用汽車建立了回報豐厚的合作夥伴關係，而大福則擴展到半導體晶圓廠的自動化領域，並在加拿大、新加坡和英國建立了業務。<sup>7,8</sup>

## 後泡沫日本經濟萎靡不振，但機械人行業保持強勁

在1991年房地產泡沫爆破後，日本的經濟奇蹟失去動力，並開始了所謂日本經濟失去的二十年。全球年度機械人供應數據顯示，機械人製造商並非絲毫無損：供應於1992年突然下降，隨後兩年亦停滯不前。<sup>9</sup>正當日本公司試圖收復失地之時，個人電腦和互聯網的突然崛起推高半導體需求，為機械人製造商創造了新的機會，在全球金融危機之前，銷售額一直保持強勁。

### 日本工業機械人年供應量

資料來源：國際機械人聯合會。



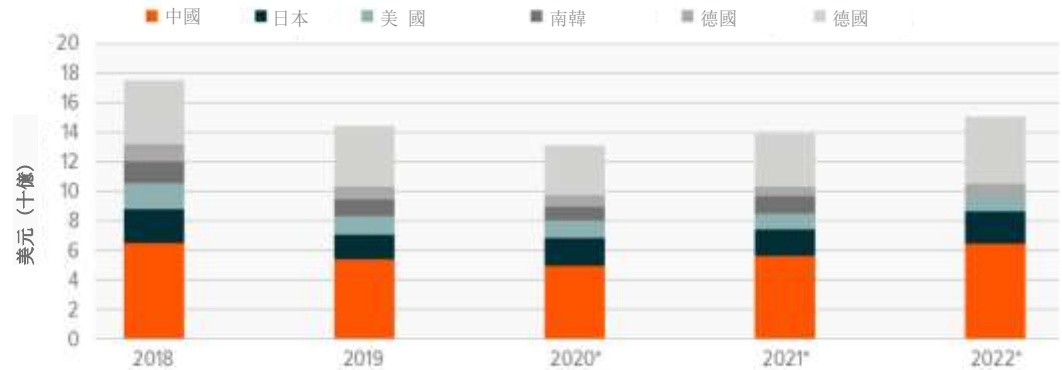
在2008年金融危機和2011年東北地震的「雙重打擊」下，日本工業機械人供應受到衝擊。

儘管日本經濟泡沫爆破帶來各種挑戰，但該國製造商在1990年代佔全球機械人銷售額的90%。<sup>10</sup>日本國內半導體產業約於此段時期開始相對下滑，但全球半導體產業的增長對日本機械人來說是一個福音。用於製造微型半導體的晶片或矽片越來越難於由人類處理，半導體工廠需要完美無塵的潔淨室。

隨著中國在2000年代初期經歷經濟奇蹟，工業機械人需求重心迅速轉移到中國。當今大部分工業機械人需求來自中國，日本機械人製造商也相應地調整了戰略。

## 工業機械人市場銷售價值，按國家劃分

資料來源：Statista。截至2021年2月。



注：\* = 預測

中國現在是工業機械人需求和日本機械人製造商收入的主要來源。

## 日本當前在機械人領域仍保持主導地位

如今，日本在機械人領域是名副其實的超級大國，截至2020年，日本佔全球機械人製造業的47%。<sup>11</sup>日本作為高科技國家的形象與其在機械人領域的成功密不可分。

### 哪些公司在工業機械人領域處於領先地位？

發那科、安川、川崎、大福和SMC只是日本工業機械人領域的幾個領導者。截至2020年底，這五間公司的總市值約為1200億美元。截至2019年，僅發那科和安川就佔全球工業機械人市場29.5%的份額。<sup>12</sup>

- 在世界各地的工廠中都可找到發那科標誌性的黃色機械手臂。發那科的機械人產量是其實力的象徵；該公司於2021年7月生產了第750,000台工業機械人，為行業樹立了里程碑。<sup>13</sup>發那科創始人正衛門稻葉博士是數值控制(NC)的先驅，而電腦數值控制(CNC)至今仍然是發那科業務的關鍵組成部分。截至2020年，該公司佔全球CNC市場50%的份額。<sup>14</sup>
- 安川於1915年以電動發動機製造商起家，此傳統產品在2021年仍是其業務組合的一部分。真正使安川與眾不同的是其在伺服電機市場中作為全球領導者的強大地位。伺服電機讓機器以高精度旋轉和移動，是許多機械人的關鍵部件。安川也是一間具有競爭力的機械手臂製造商。最近，該公司正在採取一項名為YDX（安川數碼轉型，Yaskawa Digital Transformation）的數碼化戰略。<sup>15</sup>
- 川崎與Unimation重大的合作關係使其在日本工業機械人市場中佔據先發優勢。川崎至今仍是機械人領域的領導者，但它並不是一間純粹的機械人公司。其廣泛的產品組合涵蓋航空航天系統、電單車和精密機械等領域。<sup>16</sup>於2020財政年度，其收入中只有13.2%來自精密機械和機械人。<sup>17</sup>同樣，三菱電機也是機械人領域的主要參與者，但其大部分銷售來自其他領域。

- 大福是工廠自動化(FA)領域的領導者，尤其是廠內物流。大福大部分銷售來自工廠的儲運系統、潔淨室和汽車工廠的生產線以及機場的自動化系統。

### 汽車製造商也是機械人技術的競爭力量

鑑於機械人技術與汽車行業之間的密切聯繫，部分汽車製造商很自然地也涉足機械人技術領域。與人們的預期相反，這些汽車製造商不僅專注於汽車工廠的機械人。

本田在人形機械人方面的突破性進展就是一個很好的例子。本田在80年代末和90年代積極進行自我調節雙足機械人實驗，最後ASIMO於2000年面世。ASIMO爬樓梯、表演舞蹈動作和擔任侍應的影片引起了公眾的關注。

與此同時，豐田研究所(TRI)為豐田大部分機械人技術進步提供了支持。TRI的大部分工作都集中在可以通過與人類一起工作來「提升人類能力」的協作機械人。<sup>18</sup>TRI最近的一些工作包括懸掛在天花板上的家用機械人，以及可以優雅地模仿穿著控制服用戶動作的T-HR3人形機械人。

### 日本公司足跡遍布全球

世界各地的工廠都依賴日本機械人，以自動化某些流程甚至整條生產線。隨著日本機械人製造商於80年代在技術上變得更加獨立，1985年廣場協議之後日元升值，推動他們將生產轉移到國外。

發那科、大福和川崎的機械人部門全都在密歇根州設有美國總部。這並非巧合。密歇根州底特律曾經是美國汽車生產的中心。

### 按地區劃分的收入細分（截至2021年10月8日）

- 發那科：日本15.0%，中國33.1%，美國18.8%，歐洲15.5%
- 大福：日本34.6%，中國12.6%，美洲28.6%，韓國9.2%
- 川崎：日本47.3%，亞洲18.6%，美國21.1%，歐洲9.6%
- 安川：日本34.9%，中國25.1%，美洲15.1%，歐洲/中東/非洲14.1%<sup>19</sup>

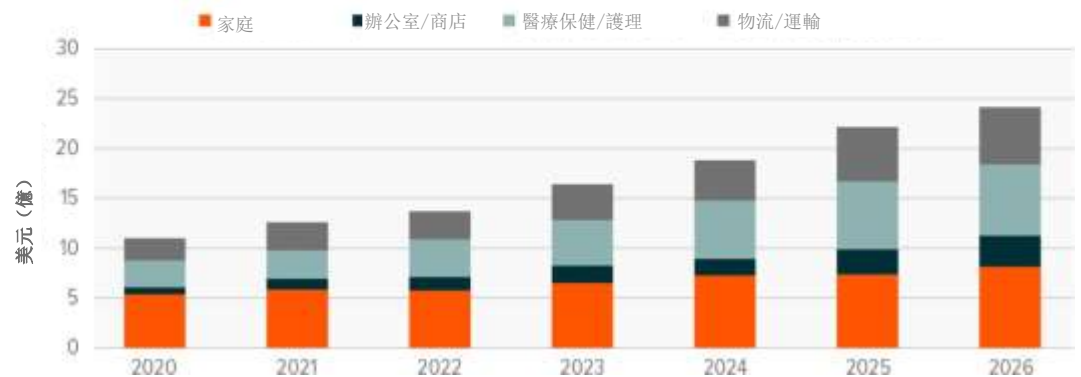
### 2021年會是日本服務機械人的「元年」嗎？

工業機械人推動日本的經濟奇蹟，應該會繼續對振興日本經濟發揮重要作用。然而，情況開始發生變化，獨特的社會和經濟需求推動一個新的類別快速增長：服務機械人。隨著日本服務機械人正在進入醫療保健、酒店、交通和家庭等領域，2021年很可能成為日本服務機械人的元年，正如1980年成為工業機械人的元年一樣。



## 日本服務機械人的市場預測

資料來源：野村綜合研究所資訊科技解決方案。截至 2020 年 12 月 17 日。



## 2020年奧運會意在開啟新時代

早在2014年，日本政策制定者就已經在制定計劃，將2020年定為展示日本機械人未來的一年。當時安倍首相甚至公開建議在2020年奧運會期間同時舉辦機械人奧運會。在某些方面，它原本應該預示一個新時代的開始。

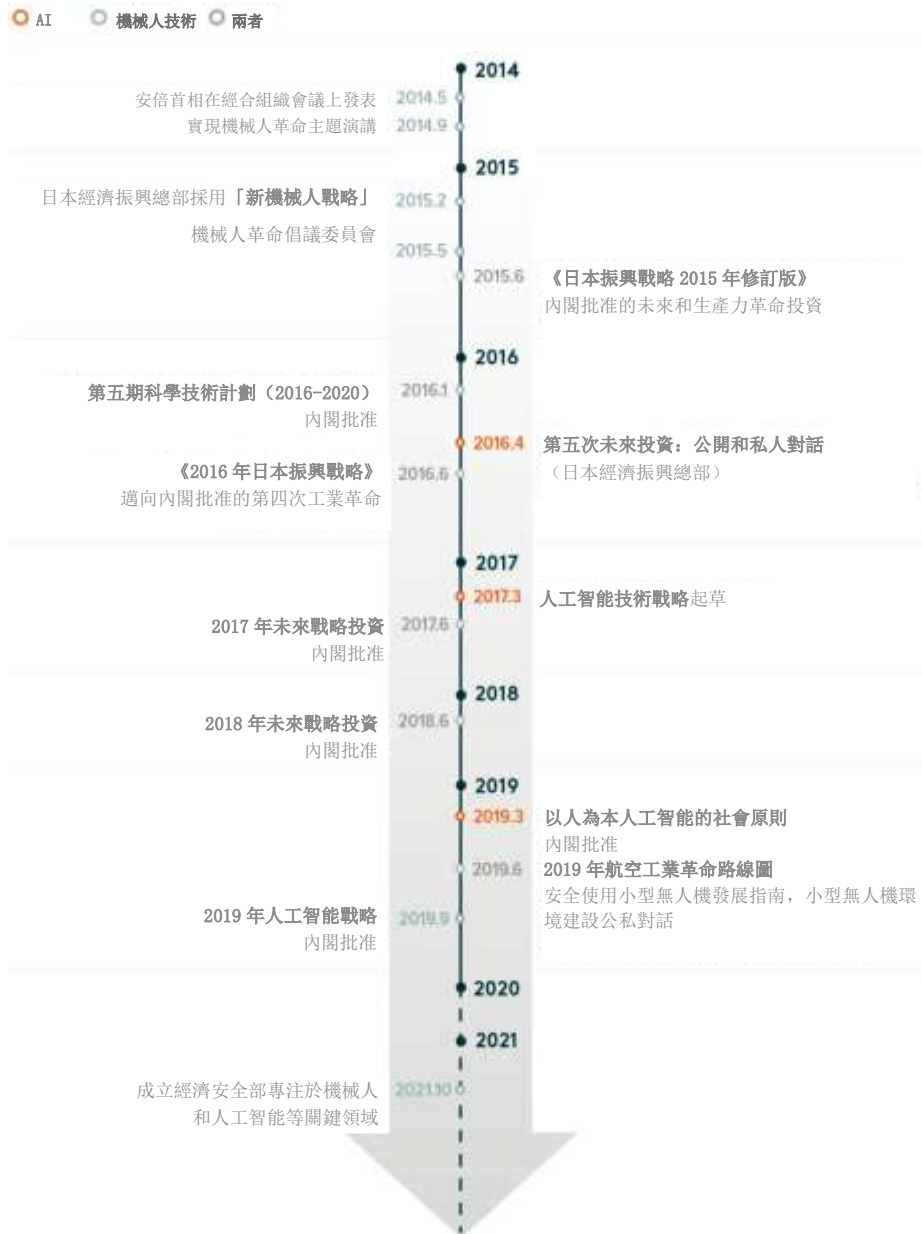
經濟產業省(METI)於2015年批准的新機械人戰略明確制定了為當時機械人產業做好準備的計劃。經濟產業省的戰略包括強調在機械人應用方面領先世界以及結合機械人和物聯網的重要性，同時還提出「機械人無障礙社會」的構想。從本質上來說，「機械人無障礙社會」將意味著服務機械人的急劇增加，例如療養院中的護理機械人、商店中的迎賓機械人，甚至是協助搬運重物等工作的可穿戴機械人。

新冠肺炎大流行帶來的意外衝擊打亂了奧運會的原定計劃，但即使在不利的條件下，世界仍可於奧運會稍稍一睹機械人無障礙社會的面貌。豐田開發了奧運會吉祥物未來永遠郎和染井吉的機械人版本，它們原本應該與觀眾握手，並在觀眾面前跳舞。同時，松下準備了一款可穿戴的機械人設備，讓用戶可以輕鬆舉起重物。

更有趣的是機械人如何在奧運會上展示多個主題的融合。豐田的現場支援機械人(FSR)利用人工智能避免與障礙物發生碰撞，而其CUE5人形機械人則利用人工智能在籃球場上準確地以罰球得分，教人印象深刻。<sup>20</sup> 創造日本社會所需要的人類友善機械人無可避免地需要巧妙地組合人工智能和尖端硬件，這兩款機械人都展現了這兩種品質。

## 政府行動時間表

資料來源：日本新能源及工業技術發展機構。



此插圖中包含的主要為安倍晉三首相任期內的政策

日本政府最近的政策舉措表明他們意識到支持與機械人技術相關和互補技術的需要。社會5.0計劃為這個理念提供清晰的說明。該倡議於2016年提出，指人類社會已經歷了四個發展階段：狩獵社會（1.0）、農業社會（2.0）、工業社會（3.0）和資訊社會（4.0）。社會5.0是社會發展的下一個階段，在此其中，顛覆性技術的匯聚可以減輕人類負擔，讓人類發揮潛力。在社會5.0提出的未來願景中，機械人技術與物聯網、大數據、人工智能、金融科技和自動駕駛汽車等趨勢並駕齊驅。<sup>21</sup>

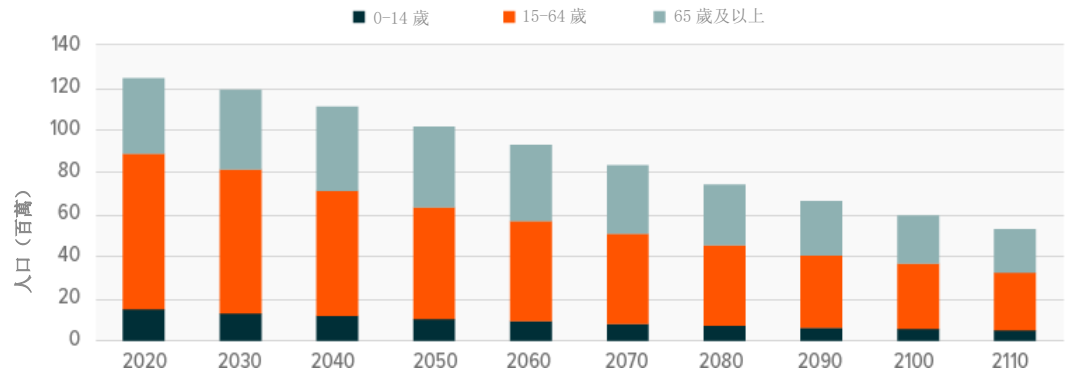


## 獨特的結構性不利因素推動對人性化機械人的需求

在日本，勞動力萎縮、迅速老齡化和生產力不足等不利因素結合起來，使機械人變得越來越必要。日本偉大的服務機械人實驗將為眾多人口趨勢必會跟隨日本發展的國家樹立一個重要的先例。提升人類對機械人的接受程度將是社會5.0實驗取得成功的關鍵一步。

### 按年齡組別劃分的日本人口預測

資料來源：日本統計局，截至 2020 年 11 月。



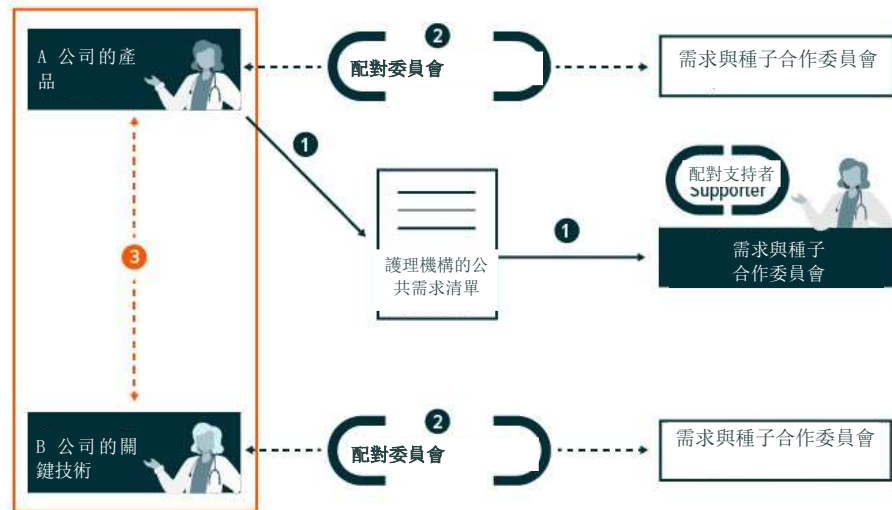
隨著經歷過經濟奇蹟的一代人離世，代替他們的年輕人將越來越少。這不僅會減少勞動力，而且會造成一個更少成人必須照顧更多老人的情況。機械人可以緩解這個問題。

醫療保健和護理是服務機械人具有巨大潛力的領域。事實上，日本厚生勞動省 (MHLW) 和經濟產業省 (METI) 已確認了服務機械人在護理領域的13個應用和6個類別。這些應用包括幫助老年人使用洗手間、在外面走動甚至社交的機械人，MHLW已制定了政策，以支持這些應用的研究和採用。<sup>22</sup>最近在2021年7月，MHLW啟動了NS配對平台，這是一個將「需求」與「種子」配對的平台，換句話說，將需要機械人技術的護理設施與可以提供解決方案的公司聯繫起來。<sup>23</sup>



## 需求和種子配對平台

資料來源：日本厚生勞動省。



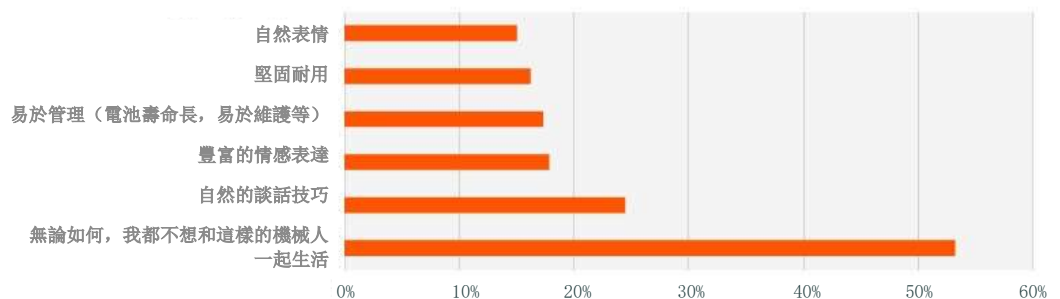
MHLW預計，在2023年至2040年之間，所需的護理人員人數將從233萬人激增至280萬人。<sup>24</sup>機械人可以通過提高生產力幫助滿足這些不斷擴大的需求。NS配對平台只是MHLW計劃向護理人員推廣機械人使用的其中一種方式。

服務機械人還可以照亮餐廳、酒店、商店和家庭。在非高峰時段迎接顧客的機械人可以減輕商店的負擔。雖然還是不很常見，但日本越來越多餐廳開始使用機械人侍應。將機械人融入日常生活是社會5.0的關鍵要素。

相對而言，日本民眾對機械人並無強烈反感，但要走的路還很漫長。接受程度和高昂的價格是服務機械人變得真正廣受歡迎之前必須克服的障礙。

## 日本受訪者對與類似朋友通信機械人一起生活的要求

資料來源：日本研究中心，截至2020年11月。



## 新冠肺炎危機激發創新

大流行加速全球眾多顛覆性技術的採用，對日本產生了重大影響。日本儘管擁有高科技形象，但在數碼化方面仍然落後的。新冠肺炎暴露了在遠程工作時使用印章（用於簽署官方文件的個人印章）的困難。它還引起了人們對過度依賴舊技術的關注，例如醫院利用傳真機共享新冠肺炎數據。對過時技術進行更多的審查正在成為進一步採用機械人技術和自動化的動力。

在人與人之間必須減少接觸的時代，機械人得到大放異彩的機會。ZMP開發了DeliRo，一台小型四輪機械人，可在城市周圍行駛，進行非接觸式食品派送。與此同時，Hatapro推出了Zukku，這是一台機器貓頭鷹，利用人工智能迎接客戶，並根據與他們的對話來分析產品需求。川崎還創造了一套機械臂，以處理機場的聚合酶連鎖反應測試。

## 結論

幫助日本成為機械人超級大國的有利因素是持續的經濟奇蹟、汽車製造業的興起和戰後勞動力短缺。在日本第一個機械人時代，大部分收入都由工業機械人產生。2021年，日本面臨截然不同的情況。有別於戰後勞動力短缺，現代日本的勞動力短缺將來自人口老齡化和下降。與此同時，人工智能和物聯網等新技術讓人類友善機械人更容易融入日常生活。隨著服務機械人越來越能融入社會，這些因素可能會推動機械人技術的下一階段發展。

1. 川崎重工，“Half a Century of Kawasaki Robotics”（川崎機械人的半個世紀），2018年6月。
2. 發那科，“Fanuc Company History”（發那科公司歷史），截至2021年10月10日。
3. 大福2020財政年度年報
4. 三菱電機網站，“100th anniversary: commemorative history”（100週年：具紀念性的歷史），截至2021年10月8日。
5. 國際機械人聯合會，“Why Japan leads industrial robot production”（為什麼日本領先工業機械人生產），2018年12月17日。
6. 日本新能源產業技術綜合開發機構，“Robotics White Paper”（機械人白皮書），2014年。
7. 發那科網站，“Fanuc’s History”（發那科的歷史），截至2021年10月4日。
8. 大福網站，“History”（歷史），截至2021年10月4日。
9. 工業機械人，“World Industrial Robots 1997: IFR Statistics 1986-1996 and forecast to 2000”（1997年世界工業機械人：1986-1996年國際機械人聯合會統計數據和到2000年的預測），1998年2月1日。
10. 日本貿易振興機構，“Manufacturing Attractive Markets: Industrial Robots”（吸引的製造業市場：工業機械人），截至2021年10月8日。
11. 國際機械人聯合會，“Robot Race: The World’s Top 10 automated countries”（機械人競賽：全球自動化十強國家），2021年1月27日。
12. 瑞銀，“Longer Term Investments: Automation and Robotics”（長期投資：自動化和機械人），2020年2月26日。
13. 國際機械人聯合會，“Fanuc produces 750000th robot”（發那科生產第750000台機械人），2021年7月1日。
14. 日經亞洲，“Fanuc founder Inaba, king of industrial robots, dead at 95”（工業機械人之王發那科創始人稻葉逝世，享年95歲），2020年10月6日。
15. 安川2020財年年度報告。
16. 川崎2020財年年度報告。
17. 彭博，截至2021年10月7日。
18. 豐田研究所，截至2021年10月8日。
19. Factset，截至2021年10月8日。
20. 奧運會，“Tokyo 2020 robot project: Toyota Motor Corporation - supporting people by planting seeds for the future”（東京2020年機械人項目：豐田汽車公司——為支持人類播下未來種子），2021年3月21日。
21. 日本政府，“Realizing Society 5.0”（實現社會5.0），截至2021年10月8日。
22. 日本厚生勞動省，“On advancing the development and spread of care robots”（護理機械人開發和普及推廣），截至2021年10月8日。
23. NS配對平台網站，截至2021年10月8日。



---

24. 日本厚生勞動省, “Trends in policies for technological development at care facilities” (護理設施技術開發政策趨勢), 2021年7月16日。

---

投資涉及風險, 包括可能損失本金。國際投資可能會涉及因貨幣價值的不利波動、一般公認會計原則的差異或其他國家的經濟或政治不穩定而帶來資本損失的風險。從事資訊科技業務的公司可能會受到產品快速淘汰和行業競爭激烈的影響。

