



台灣農機發展的 過去、現在與未來

艾群

國立嘉義大學

2020.5.25



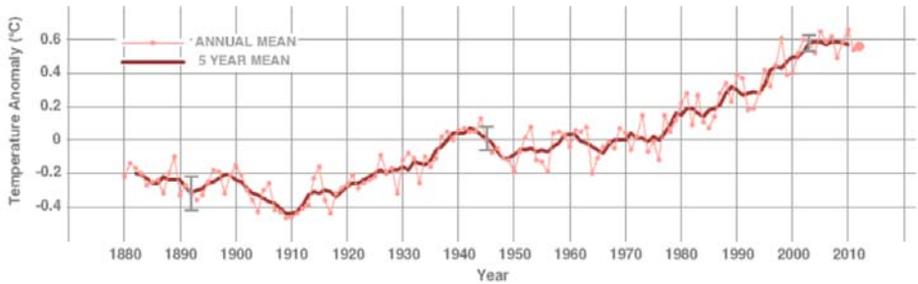
氣候變遷

全球底表溫度歷年均溫變化

Global Surface Temperature

GLOBAL LAND-OCEAN TEMPERATURE INDEX

Data source: NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS) This trend agrees with other global temperature records, provided by the U.S. National Climatic Data Center, the Japanese Meteorological Agency and the Met Office Hadley Centre / Climatic Research Unit in the U.K. Credit: NASA/GISS



3

糧食危機



美國的糧食自給率為128%、法國為112%，連大陸都有95%，台灣僅為30%。



台灣的糧食自給率僅為34%，聯合國曾表示，21世紀最重要的問題就是糧食，也很可能因此引發糧食戰爭。而台灣有66%的糧食來自進口，一旦糧食生產國發生天災，或是戰爭封鎖，台灣就會立刻陷入糧食危機。這種極度偏激的結構，是全世界罕見的。

4

糧食危機

106年台灣農業統計

糧食自給率	以熱量計算	32.28%	+1.3%
	以價格計算	67.18%	+1.7%
可供給量	每人白米可供消費	45.4公斤/年	+2.1%
	每人每年肉類可供消費量	77.7公斤/年	+0.9%
	每人每年油脂類可供消費量	23.7公斤/年	+3.3%

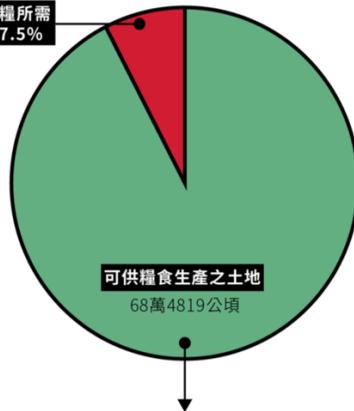
5

糧食危機

安全存糧至少需約74萬公頃農地，
但目前僅68萬4819公頃土地可供糧食生產

要維持臺灣安全存糧約需74~81萬公頃農地，2016年全臺法定農業用地面積278萬1,121公頃，其中法定耕地面積共76萬5,655公頃，真正從事農業生產的土地僅68萬4,819公頃

距安全存糧所需農地還差7.5%

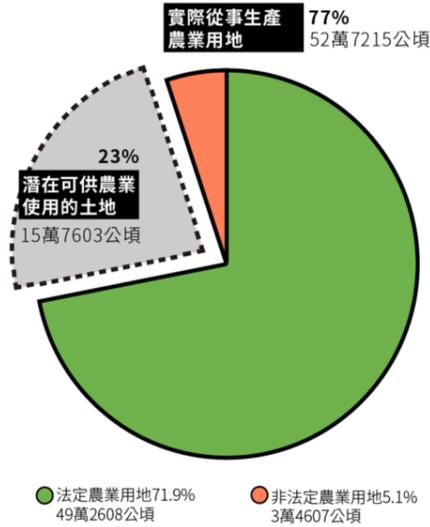


可供糧食生產的土地中，
實際從事農業生產的土地佔77%
潛在可供農業使用的土地為23%

6

糧食危機

實際上可供糧食生產的土地還有很多，農委會清查，平地 and 山坡地的宜農牧地，分別還有6萬多及9萬多公頃可以耕種，這些「**潛在可供農業使用**」的土地總計**近16萬公頃**，加上目前已實際種植的農地，**全臺約有68萬餘公頃**土地可供糧食生產



資料來源／農委會
整理、製表／農傳媒 7

農機在農業生產的重要性

農業生產的含義：農業生產指種植農作物的生產活動。包括糧、棉、油、麻、絲、茶、糖、菜、煙、果、藥、雜(指其他經濟作物、綠肥作物、飼養作物和其他農作物)等農作物的生產。通俗講，就是從土地獲取農產品的過程。



農機在農業生產的重要性

1 農業機械是指在作物種植業生產過程中，以及農、畜產品初級加工和處理過程中所使用的各種機械。農業機械包括農用動力機械、農田建設機械、土壤耕作機械、種植和施肥機械、植物保護機械、農田排灌機械、作物收穫機械、農產品加工機械、農業運輸機械等。

農業機械主要分類和名稱：

按使用功能分：

- 1、耕地：曳引機、旋轉犁、耕耘機等
- 2、種植：播種機、插秧機等
- 3、管理：噴藥機、施肥機等
- 4、灌溉：噴灌機、水泵等
- 5、收穫：收割機、打捆機等
- 6、加工：乾燥機、碾米機等等

9



農機在農業生產的重要性

1 能夠有效提升農業生產力與競爭力：農業的生產力與競爭力直接關係著國家經濟發展的穩定性與持久性。現代農業的建設，離不開農業機械化的支援，特別是那些方便、經濟、實效、多用的小型農機和性能精密、作業高效智慧化機械，在農業、精確農業中發揮了舉足輕重的作用。

2 能夠有效促進農業生產結構調整：農業機械的發展推進了農業結構調整，發展與農業產業結構調整相配套的各式各樣的農業機械，調整和優化農機化的發展結構和佈局，促進農業生產向專業化、商業化、現代化。用機械裝備農業生產的各個環節，如種植、收穫、加工、包裝、保鮮、運輸等。農業機械化是農業產業化的重要生產手段，是農業生產向專業化、商品化、現代化的品質保證。

10



農機在農業生產的重要性

- 3 能夠有效提升糧食產量**：只有依靠科技，才能夠不斷的**提升產業規模，提升產業效益**，這在農業中也是一樣的。農業機械化**生產效率高、進度快、品質好、經濟合算**，農業機械化提高了**土地的產出率**和**農產品品質**，提高了農機化水準，是保護和提高糧食的綜合生產能力的重要舉措。
- 4 減輕勞動強度，改善勞動條件，增加從事農業生產意願。**
- 5 實現人、畜力無法做到的增產節支措施。**
- 6 抵禦自然災害（抗旱排澇、防治病蟲害等），減少損失。**

11



臺灣農機的過去

擷自中正基金會2013年出版的
「臺灣農業機械發展史」

12

台灣農業機械發展歷程 1/11

1 台灣農業機械發展過程可概分為**五個階段**，分別說明如下：

農機萌芽期 (1953 年至1960 年):

- ◆緣起:農民擁有自有土地狀況普遍，但耕牛明顯不足，有興趣購置生產設備，希望採取精耕增產
- ◆政府政策:由國外引進**小型耕耘機**，並在全國各地推廣
- ◆影響:解決農場畜力不足的問題



13

台灣農業機械發展歷程 2/11

- ◆政府實施**耕者有其田政策**，農民開始擁有自己的土地，對於購置生產設備的興趣大增。有感**耕牛的不足**，政府乃於**1953 年**決定推動**農業機械化**，先由國外引進**2 至3 馬力**的小型耕耘機在全省各地進行作業示範與推廣，頗受農民好評與採用。
- ◆至1960 年間共成立22 家，**小型耕耘機**被用來替代耕牛，解決農場畜力不足問題。

14

台灣農業機械發展歷程 3/11

2 農機成長期 (1961 年至1970 年)

- ◆緣起:工商業快速發展，農業勞動力減少，人力需求加入季節性變動
- ◆政府政策:引進日本水稻插秧機，並輔導成立鄉鎮農業機械化推行中心，及農機專案審核小組
- ◆影響:農業機械化的速度逐漸增加

15

台灣農業機械發展歷程 4/11

- 1967 年始由日本引進手推式及動力式兩行水稻插秧機，兩機種進行田間試驗及示範表演，經試驗結果，其單位面積株數、穗重均增加，大幅提高單位面積產量。同時期政府輔導成立鄉鎮農業機械化推行中心，和農機專案審核小組，促進農業機械化的速度。



16

台灣農業機械發展歷程 5/11

3 農機大型化和稻作機械化發展期(1970 年至1978 年)

- ◆緣起:工商業發展速度遠超過農業發展，推動透過農機具改善農業生產結構，並平衡農業與非農業所得的差距
- ◆政府政策:輔導設置**水稻育苗中心**，推行**專業化育苗**和**農機調配代耕**服務
- ◆影響:農民逐漸有**企業化農場經營**觀念，並驅向**專業化**和**大型化發展**，對於節省勞力及農作增產貢獻極大



台灣農業機械發展歷程 6/11

1970 年訂定「**現階段農村建設綱領**」，實施「**加速推行農業機械化方案四年計畫**」和「**加速推廣稻穀烘乾機計畫**」等，並成立「**加速農業機械化推行小組**」農民已有現代企業化農場經營的觀念，為期**代替人力**或**減輕農耕辛勞程度**，不能僅依賴耕耘機來達成，在稻作機械從整地、育苗、插秧至收穫、調製、乾燥等作業，趨向於**專業化**和**大型化**的發展。輔導農民設置**水稻育苗中心**，推行**專業化育苗**和**農機調配代耕**服務，對於節省勞力和稻作增產貢獻很大。



台灣農業機械發展歷程 7/11

4 促進農業全面機械化期（1979 年至1991 年）

- ◆緣起:農業勞動力外移嚴重，為減輕作業成本及提高農民收益的原則下，**推動全面農業機械化**
- ◆政府政策:加強農民農教育訓練，代耕服務和**強化農機試驗研究與示範推廣**，鼓勵相關院校及學者投入研發農機自動化及電子化發展
- ◆影響:國內農機研究應用水準逐步提升
- ◆於1979 年實施「**設置農業機械化基金促進農業全面機械化**」計畫，以全面推廣農業機械化為目標
- ◆於1982 年起，輔導農民設置「**雜糧作物農機代耕中心**」
- ◆並於1987 年將「**雜糧機械研究與開發**」計畫，列為國家級農業機械研究項目之一

19



台灣農業機械發展歷程 8/11

5 推動農業生產自動化與電子化（1991 年2012年）

- ◆緣起:機械化已經不能滿足農業發展需要，自動化必然成為農業發展的趨勢所在
- ◆政府政策:推動**農產業自動化十年計畫**，並增加**農業電子化**推動項目
- ◆影響:**農田作業機械化程度高達98%**，**雜糧播種及收或乾燥等作業機械化達96%**，並逐漸朝向**自動化、電子化、機電整合**應用方向邁進

20



台灣農業機械發展歷程 9/11

- ◆自1991年起配合產業自動化政策，積極推動農漁牧業自動化。第一期自1991年至1995年為技術開發期，引進農漁牧產業關鍵性技術及設備，培育自動化人才及建立自動化生產所需各種技術。(成立三個技藝中心-園藝、食品、畜牧)
- ◆第二期自1996年至2000年為技術應用推廣期，擴大並整合農漁牧產業自動化推廣體系，協助農民及農企業利用自動化設備從事生產
- ◆2001年繼續推動農漁牧產業自動化計畫，朝精緻化、精準管理，利用影像辨識與類神經網路系統，建立防檢疫、品質檢驗、環境監控與產銷履歷追蹤。

21



台灣農業機械發展歷程 10/11

6 推動智慧農業、物聯網、冷鏈 (2013年~)

- ◆緣起: 農業結構大幅變化，消費者對安全、高品質的農產品需求及外銷導向，通訊等科技技術的快速進步
- ◆政府政策: 推動農業4.0、AI、IoT及無人機等於農產業的應用研究及示範推廣，補助設立冷鏈中心及產地冷藏庫設置
- ◆影響: 改善農業作業環境，青農大量投入，產銷履歷提升農業栽培技術並保障消費者權益，促進外銷產銷調節，增加農民收益

22

台灣農業機械發展歷程 11/11

政府相關措施

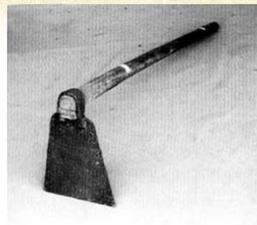
- (一) 新型農機示範推廣
- (二) 農機操作、保養、修護訓練
- (三) 農機貸款及補助
- (四) 農機性能測定
- (五) 農機試驗研究
- (六) 鼓勵農機生產製造
- (七) 輔導水稻育苗中心及雜糧農機代耕中心，推行大面積機械化代耕作業
- (八) 發展農業自動化，開拓農業機械化的新領域
- (九) 推動智慧農業，培養科技農民

23

傳統整地農機具 1/4

人力與畜力機具演進

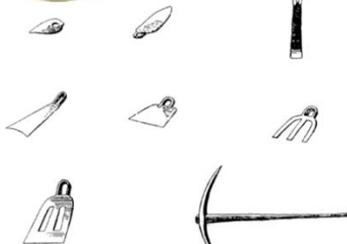
鋤頭—由鐵質鋤鏟與木質鋤柄所構成，利用人力之斧槌打擊方式將鋤鏟迅速進入土壤，使土塊耕起，並切割之或打擊之使粉碎，更可兼用做畦、培土，與中耕除草等用。



挖鬆土用鋤頭



挖掘埋於土中植物莖、頭用鋤頭



各種不同用途鋤鏟



短鋤

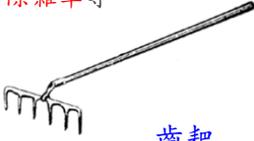
24

傳統整地農機具

2/4

人力與畜力機具演進

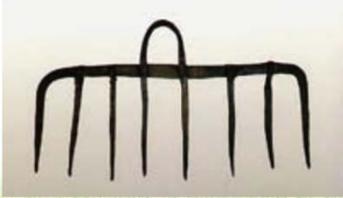
齒耙即手用耙，俗稱**鐵拉**，由鐵製齒與木或竹之手柄作成，齒耙恆以齒之多寡而定名，如八齒耙或六齒耙等。齒耙係於小面積之地，作用於**耙碎表土及清除雜草**等。



齒耙



釘鋤



人力耙



十齒釘耙

25

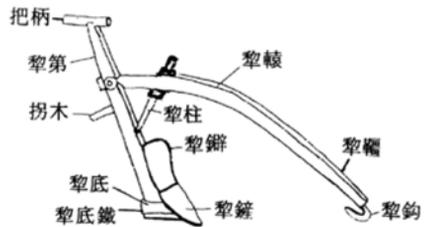
傳統整地農機具

3/4

人力與畜力機具演進

犁是台灣**畜力整地**的代表機具，為以牛牽引的農具之一，其主要部分為鐵製的「**犁鏡**」俗稱「**犁頭**」，木製的稱為「**犁架**」或「**犁梢**」

在來犁(台灣犁-供翻耕田地及作畦開溝使用)明鄭時期由大陸引進，特點為犁底長，安定性好，利用雜材墊住犁轅後方，以調整耕深。使用時由牛拖曳，一人在後控制。



舉式改良犁- 1961年初由台大張舉珊教授針對桃園台地紅土地區之黏硬土壤所設計，犁架由鐵管所組成，整體犁輕。體比木製犁輕。

26

傳統整地農機具

4/4

1974年台灣尚有一半以上的稻田整地作業還是利用畜力(牛)來做整地之工作。



畜力水田整地



駁犁(犁田)



水田而字耙



碌礮(土塊、稻頭壓入土中)



旱田而字耙



蓋筒(田面整平)

27

整地機械化

1/11

整地是在栽培作物之前，將土地進行耕耘，去除雜草或除掉防礙栽培的東西，使得土地達到最適合作物生長的良好狀態。整地的內容包括犁耕、翻土、碎土、作畦、鎮壓等幾個步驟



整地

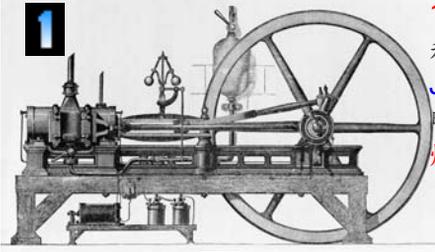


犁耕



28

引擎-農業機械動力來源



1860年比利時工程師 **Lenoir · Jean Joseph Etienne** 發明首具以天然氣為燃料的內燃機引擎



1866年 **Otto** 單缸四行程煤油引擎

1879年賓士 (**Karl Benz**) 研製火星塞點火、二行程汽油引擎及三輪汽車



1897年 **Rudolf Christian Karl Diesel** 發明柴油引擎

耕耘機引進與發展

- ◆ 1970-1980年代為台灣水田整地作業由人畜機具轉變為動力機具的蓬勃發展時期。
- ◆ 政府自1970年起實施**加速推行農業機械化方案四年計畫**及一連串配套措施之後，至1990年台灣稻作整地作業幾已達到**全面機械化**程度。
- ◆ 典型的農業動力為**耕耘機**與**曳引機**，前者為模仿耕牛拖帶犁具，**兩輪行走**，**人步行於後**的操作方式，動力約在6-15馬力之間；後者為**四輪行進**，可拖帶各種農具及作業機械，人坐在上面，操作較為舒適，其動力自20至200馬力不等。



耕耘機引進與發展

- 1954年中國農村復興聯合委員會(農發會、農委會之前身)自美國引進不同形式的小型圓圃耕耘機，動力為1.5~10馬力，在台灣試用結果，並不適合於台灣水田整地作業。
- 1955年又自日本引進驅動迴轉式及小型牽引式耕耘機，即為「快樂農夫號」。當時農民俗稱耕耘機為「鐵牛」。
- 自1957年起，即有部分農民採用小型耕耘機整地。當時在台灣銷售較有名的日本廠牌有「地霸王牌」及「井關牌」等。
- 1956年起，國內機械工廠也開始仿製耕耘機，自行研製工作則於1958年逐漸開始，並配合政府於1960年實施「耕耘機推廣十年計畫」，1961年已奠定良好基礎。



自動耕耘機(1954年)



日本引進「快樂農夫號」



動力耕耘機(1960年)

31

耕耘機國產化(1986巔峰期)

- ★ 1959年共有22家小工廠製造生產，其中強榮、永興、大田、洽義發等工廠生產配裝柴油引擎的驅動式耕耘機，裕隆汽車廠則生產農用柴油引擎，其他均生產配裝進口汽油引擎的牽引式耕耘機。
- ★ 1963年新台灣農機公司及大地機械公司(大地菱)，生產農用柴油引擎及耕耘機(驅動式)為主，很快占領台灣的耕耘機大部分市場
- ★ 國內耕耘機製造率在1959年時占總使用台數之55%，1964年達63%。1971年時期耕耘機數量達32,000餘台，可取代耕牛16萬頭，約30萬公頃農田已使用機械整地。1977年底止，台灣研製的耕耘機除能供應國內市場外，並可行銷國外。
- ★ 1986年全台灣國產有12萬輛耕耘機，到了1995年底止，全台只剩國產72000台，大多數仰賴日本進口

32

耕耘機的動力演變

- 1960年以前，所推廣的耕耘機以搭載**中小型汽油引擎**為主，約占**43%**，柴油及煤油引擎則分別占相當比例。1961年以後，則以搭載**單缸柴油引擎**者占絕大部分，汽油引擎者反居少數，煤油引擎則已遭淘汰。
- 1980年以後，國內耕耘機則**逐漸被曳引機取代**，每年推廣數急劇下降，由1980年每年約1萬台之數量逐年下降。
- 在**耕耘機動力大小**的演變方面，1951年之耕耘機馬力只有**2.5馬力**，至1960年代增至**10馬力以上**，及至1971年代，再增至**18馬力以上**之大型耕耘機，供為代耕之用。惟在推廣上則以**15-16馬力**者居多，其數量約占2/3。
- 耕耘機平均馬力數亦自1961年平均**7.1馬力**，提高至1980年平均**13馬力**。後來由於**曳引機代耕**盛行，逐漸取代耕耘機。耕耘機改以農家自用為主，因此耕耘機之馬力逐漸減小。



單缸汽油引擎耕耘機



單缸柴油引擎耕耘機

耕耘機的動力演變

- 早期農民購買耕耘機的目的，除用以**整地作業**外，兼作**運輸工具**，所以當時**兼用型**耕耘機較受農民歡迎。
- 但自1961年代以後，因搬運作業獲利不易，農民**改向代耕發展**，此後高效率具有整地專用特性的**驅動式耕耘機**急劇增加，且馬力亦加大。
- 1966年**驅動式占75%以上**，兼用式比例降到**6%以下**，隨後小馬力牽引式耕耘機逐漸被淘汰，**中大型驅動式配掛迴轉犁之耕耘機**則成為水田整地機械的主流。近年來由於耕耘機田間操作時，操作者較為勞累，**已漸漸被曳引機所取代**。



牽引式耕耘機



驅動式耕耘機

整地機械化

8/11

曳引機引進應用

1920年底台糖公司為應甘蔗田整地耕耘需要，引進蒸汽曳引機使用，此為台灣最早擁有的曳引機。

- 1947年間台灣於二次戰後美國安全分署在台灣成立善後救濟總署機械農墾處台灣分處，引進59台小型曳引機及板犁，在溪湖、虎尾、旗山及屏東等地設代耕站接受公、民營業者申請代耕整地。
- 台糖公司1969年購入105台80馬力級的福特5000型柴油曳引機及英國豪華牌迴轉犁
- 1970末期，台灣獨特的專業性代耕業逐漸盛行，代耕業者講求工作舒適，開始引進日本小型曳引機（30至40馬力），配置迴轉犁，作為水田整地代耕工具，致使耕耘機逐漸被曳引機所取代，



福特5000型柴油曳引機
(80馬力)



英國豪華牌迴轉犁

35

整地機械化

9/11

曳引機引進應用

1970年「加速推行農業機械化方案」

- ▶ 1970年代初期，最早進口的曳引機有Ford 5000、MF185及JD1020等大型曳引機，原先以使用在旱田雜糧作物栽培代耕為主，後來漸漸推廣到水田。
- ▶ 由於早期曳引機太重易在水田陷車，這個陷車問題直到四輪傳動型曳引機引進及採用高輪耳(high lug)輪胎後，才獲得改善。
- ▶ 當時教育廳也配合政策輔導農(專)校成立屏東農專、嘉義農專、虎尾農校及花蓮農校等四個學校成立代耕隊，至1976年間專業性代耕業務已逐漸盛行。



MF185型曳引機



JD-1020型曳引機

36

整地機械化

10/11

曳引機引進應用

1983年至1988年輔導設立雜糧農機代耕中心423處，當時台灣曳引機的銷售量如雨後春筍，除了早期的福特（Ford）、麥福（Massey Ferguson）、強鹿（John Deere）、久保田（Kubota）、井關（Iseki）、芝浦（Shibaura）及野馬（Yanmar）外，其他如佳樂（Carrard）、佳士（Case）、德士（Deutz）、愛伯樂（Ebro）、芬德（Fendt）、本田（Honda）、牛王（IMT）、上猛（Same）、華美特（Valmet）、捷寶（Zetor）、雷諾（Renold）及藍地利（Landini）等廠牌，幾乎全世界各國生產的曳引機都進到台灣。同時也創造了一年全台灣曳引機銷售數量達4,300多台的高峰。



築埂犁作業



水田整平器作業



播種機作業

37

整地機械化

11/11

曳引機引進應用

 1971年中國農村復興聯合委員會開始引進曳引機，並輔助農林廳種苗改良繁殖場及棉麻試驗分所成立曳引機代耕隊，為農民提供代耕服務，同時支援經濟部現代化農業訓練中心（台糖訓練中心前身）舉辦農民曳引機操作保養訓練班。

 引進日製30~40馬力的小型曳引機，配置迴轉犁，作為水田整地代耕工具。1977年底，農民使用的曳引機已超過1,000台。

 目前台灣使用曳引機附掛迴轉犁作為最主要的水田整地機械。

 1981年曳引機推廣台數達1,800餘台，其後每年推廣數量維持在1,500台左右，且馬力逐漸加大。由於曳引機亦可附掛整平器於迴轉犁後方進行水田整地均平作業，因此耕耘機乃逐漸被曳引機所取代。

附掛整平器於迴轉犁後方進行水田整地均平作業 



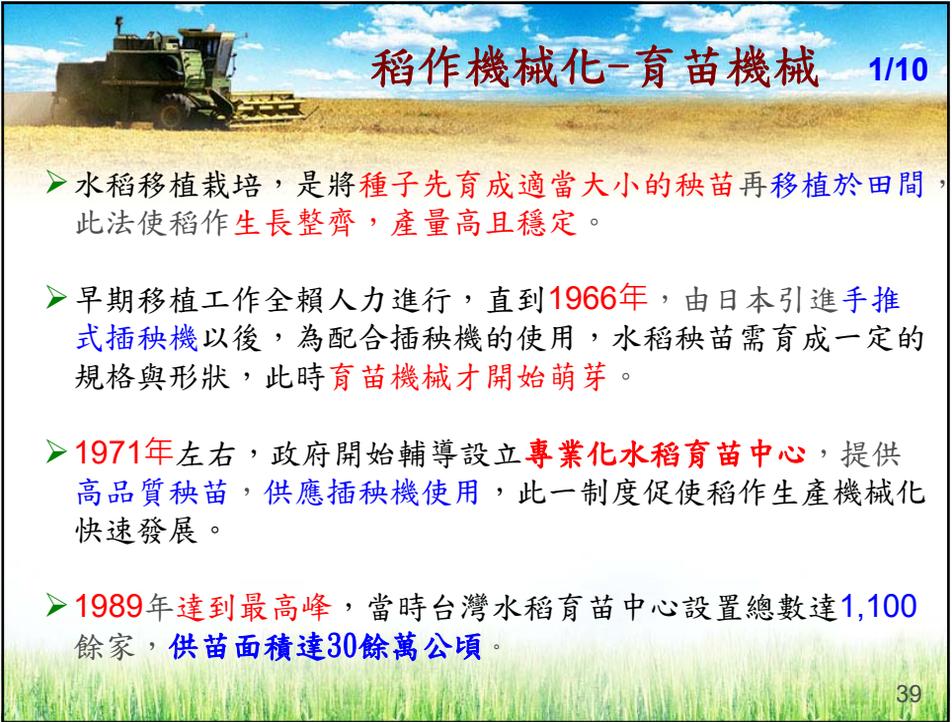
曳引機附掛迴轉犁



曳引機附掛碎土整平



38



稻作機械化-育苗機械 1/10

- 水稻移植栽培，是將種子先育成適當大小的秧苗再移植於田間，此法使稻作生長整齊，產量高且穩定。
- 早期移植工作全賴人力進行，直到1966年，由日本引進手推式插秧機以後，為配合插秧機的使用，水稻秧苗需育成一定的規格與形狀，此時育苗機械才開始萌芽。
- 1971年左右，政府開始輔導設立專業化水稻育苗中心，提供高品質秧苗，供應插秧機使用，此一制度促使稻作生產機械化快速發展。
- 1989年達到最高峰，當時台灣水稻育苗中心設置總數達1,100餘家，供苗面積達30餘萬公頃。

39



稻作機械化-育苗機械 2/10

露地木框育苗播種機

- ◆ 1968年左右開始使用木框育苗，木框育苗是在水稻秧田先鋪設塑膠布或紗網，其上排列木條成框，再依次以人工填土、播種、覆土。
- ◆ 1969年以後，為提高播種工作效率，開發「手搖式播種機」，此播種機以木框為軌道引導，手搖前進，種子配出軸與接地輪同步，將水稻種子均勻播種於木框之中，其後再由人工覆土。為水稻播種機械之先驅



水道露地木框育苗播種機



水道露地木框育苗播種機田間作業⁴⁰

育苗介質機械

- 1974年高雄區農業改良場研發完成**高改型土壤粉碎機**，並推廣農友使用。該機以電動馬達或汽油引擎為動力源，主要機構有游動齒及振動篩等，每小時碎土量達1公噸以上。
- 1978年台南區農業改良場梁連勝等人研發稻殼混合比1/3-1/2之混合土壤之育苗技術，有效解決水稻育苗所需大量土壤的困擾。
- 1982年桃園區農業改良場謝森明等人亦研製完成**桃改型高速打擊式稻殼粉碎機**。



高改型土壤粉碎機



桃改型穀殼粉碎機

41

消毒浸種機械

- * 稻種需進行適當的**浸種與消毒**，浸種期間稻種應盡量散開，並時常攪拌，以使種子充分吸收萌芽時所需水分並增加消毒效果。
- * 桃園區農業改良場葉永章等人於**1996年**起研究開發**全自動稻穀攪拌浸種機**，可自動進行給水、排水及種子翻攪作業。
- * 花蓮區農業改良場施清田等人於**2010年**開發完成**連續式稻溫湯消毒機**，使用高溫蒸汽取代藥劑進行稻種消毒。



桃改型稻種自動攪拌浸種機



桃改型連續式稻種溫湯消毒機

42

水稻一貫化播種機

- 1975年水稻一貫化播種機研發完成並開始推廣，水稻育苗開始進入完全機械化的時代。
- 水稻一貫化播種機係以馬達帶動，配合塑膠製育苗箱的使用。
- 操作時首先將育苗箱一一排入「輸送帶」上，經「裝土機」使育苗箱內填滿床土，接著由毛刷將床土刮去約0.7cm厚度



水稻育苗中心播種育苗作業



水稻一貫化播種作業機械



裝土機

43

水稻一貫化播種機

- 再由「播種機」均勻撒下稻種，然後灑水、覆土，至此播種作業即告完成。
- 在前端加入自動排箱機，後端也可以加入自動積箱機、自動堆棧機與自動輸送機，將整個水稻育苗流程予以串接，形成一個完全機械化與自動化的系統。



播種機



排箱機



積箱機

44

苗箱堆棧與輸送自動化機械

★ 育苗箱自動疊棧機

- ◆ 完成播種後之育苗箱需集中堆積成疊，保溫催芽，促使每箱種子整齊萌芽，提升種子存活率。為便利搬運及堆積管理工作，水稻育苗中心已普遍將育苗箱堆疊於棧板上。大棧板可堆放240箱，小棧板可堆放120箱。
- ◆ 台灣大學與宜蘭大學於2001年起開始研製育苗箱自動疊棧機，可自動將播種後育苗箱堆疊於棧板上，使播種達到自動化作業目的，疊棧機每小時可完成2,500個育苗箱的堆疊作業。



育苗箱自動疊棧機

45

苗箱堆棧與輸送自動化機械

★ 秧苗箱自動取箱系統

- ▶ 堆積後秧苗幼芽長1~1.15公分，即可移放至綠化場進行綠化及硬化管理。台灣大學與宜蘭大學於2008年起開始研發秧苗箱自動取箱系統，可將堆疊於棧板上催芽完成之苗箱自動取出，並輸送至綠化場進行後續之田間綠化管理工作。
- ▶ 秧苗箱自動取箱系統由棧板輸送單元、苗箱夾送單元、及苗箱排放單元等所組成。棧板輸送單元負責將棧板輸送到苗箱夾送單元

苗箱夾送單元可自動偵測棧板上苗箱疊所在位置，再將整疊苗箱夾送至苗箱排放單元；苗箱排放單元以三箱一疊或六箱一疊方式依序排放至輸送帶上。在作業能量方面，以六箱一疊排放作業模式下，每小時可達2,360箱，三箱一疊排放作業模式每小時可達1,380箱。



46

苗箱堆棧與輸送自動化機械

★ 桁架式輸送系統

俗稱**空中輸送機**，由台大與宜大等共同開發，為輸送帶方式的**連續運送**，桁架依照綠化場長度大小來進行**多節串聯銜接**，並橫跨於田埂之上。桁架兩端具有驅動輪，以馬達同步驅動做橫向移動，輸送帶做苗箱的縱向輸送。

於**2002年**完成**育苗箱自動卸取機**的開發。以空中輸送機做為載具，沿著空中輸送機上的軌道前後移動。系統可感測苗箱的運送狀態，來調整輸送速度，將**苗箱以縱向方式**，自動排列於綠化場。



桁架式空中輸送機



育苗箱自動卸取機取箱作業

苗箱堆棧與輸送自動化機械

★ 自動捲苗機

台灣大學與宜蘭大學於**1999年**完成**自動捲苗機**之研發。自動捲苗機分為**捲苗**和**捲苗放盤**兩個作業單元，**捲苗作業單元**主要將秧苗從苗箱中捲成蛋捲形狀，主要可分為**撥苗**、**捲苗**和**捲苗成形**等三個動作單元。**撥苗**係模擬人工捲苗時，先將苗盤一端的秧苗拉起，再將秧苗捲成筒狀後成型。**捲苗放盤單元**將捲好的秧苗，每三個捲苗放在一個苗盤內，以方便搬運



秧苗人工捲苗作業



秧苗自動捲苗機

人工移植與輔助工具

- 人力移植法會先於稻田一角備製秧田，培育水稻幼苗，即所謂秧苗。早期台灣在來稻秧苗苗齡約7~8葉，日據時期引入蓬萊稻秧苗苗齡約5葉，均屬成熟之秧苗。
- 早期水稻插秧都以人工為之，插秧者以左手持秧，右手姆指、食指、中指三指捻秧3~5支，再以手指插入土中2~3公分，每次插6行，工作者需要長期彎腰以後退方式徐行，熟練者每天8小時約可插秧0.1公頃左右。
- 由於人工插秧受限於體力與技術，無法確保插秧秧苗行株距的整齊與一致性，爾後又有使用秧標或正條密植器，於插秧時先行標定位置，以協助插秧者進行定位。



秧標及秧枷



正條密植器



人工插秧

49

水稻直播機械

高腳式水稻直播器

- ▲ 1967年由國人自行研發的水稻直播器，木箱長72cm、寬144cm、6行式、每行4穴，計24穴。
- ▲ 作業時以人力搬動移位，並靠人手操作拉開種子輸送板，完成點播作業，作業效率每1公頃約需8小時。
- ▲ 直播器主要應用於嘉南沿海較易缺水地區之中間作或第二期作水稻，利用雨水整地後，在湛水狀態下進行直播作業，目前已被淘汰。



直播器

50

水稻直播機械

湛水式水稻直播器

★ 手拉式水稻直播器

🌀 1968年花蓮區農業改良場完成手拉式水稻直播機，該機重量約12公斤，一次作業可播種6行。同時期宜蘭縣三星鄉陳蒼火農友亦與民間廠商共同研發類似直播機，並少量生產供應農民採用。

🌀 1973年台中區農業改良場梁榮良等人完成4行手拉高腳式與6行手拉式水稻直播機，其間差別在於4行手拉高腳式僅具一個種子桶，種子由4個獨立導管送出，6行手拉式則具有6個獨立種子桶。



花改型手拉式水稻直播機



中改型高腳式手拉水稻直播機



中改型手拉式水稻直播機

51

水稻直播機械

湛水式水稻直播器

★ 動力式水稻直播機

🦋 1974年台中區農業改良場以中農井關KT350小型中耕機為動力源，研發6行式動力水稻直播機，播種效率每小時約0.15公頃。同一時期花蓮區農業改良場亦研發動力式水稻直播機。

🦋 1981年農業試驗所又以野馬牌YT400型小型耕耘機為基礎，結合花改型6行式水稻直播機，開發耕耘機附掛式水稻直播機，播種寬度改為8行



中改型6行式動力水稻直播機



花改型4行動力水稻直播機

52

水稻直播機械

湛水式水稻直播器

★ 旱田直播式水稻直播機

1982年花蓮區農業改良場研發水稻不整地直播機，利用大橋牌SV-7小型耕耘機附掛播種機。該機操作者係以步行作業，可播種6行，作業項目包括開溝、播種、覆土鎮壓等。

1997年台南區農業改良場研發完成水稻播種施肥器，播種機可附掛於小型乘坐式旱田管理作業機或曳引機迴轉犁後方，一次可播種8行，作業能力每小時約0.5公頃以上。



南改型乘坐式水稻旱田直播機

53

插秧機

● 1950年代，台大農工系金城教授及黃國彥等即開始研發重力式插秧機，另有彰化李氏兄弟研發手拉式鋏苗插秧機，後來農業試驗所譚奇才也研發插秧機並獲得台灣與日本之專利。

● 1974年農業試驗所鄔清標等人亦以黃國彥所研發之重力式插秧機加以修改，並配合特殊之育苗盤進行改良，可惜此等研發工作最後均未能成功生產並推廣。

● 台灣真正開始使用插秧機可回溯自1966年，由當時農復會補助台北區農業改良場，由日本引進環流牌單行人力手推式插秧機進行田間試驗



日本進口環流牌手推式插秧機

54

插秧機

1968年又引進25台環流牌單行人力手推式插秧機並轉撥至各區農業改良場進行大規模田間試驗。此期間台中區農業改良場梁榮良等有感於單行人手推式插秧機，效率不高，乃依其原理予以仿製，並於**1970年**改良完成2行人手推式插秧機。



環流牌手推式插秧機田間作業

1970年再引進250台手推式插秧機並擴大於全台進行示範，同時也引發國內工廠開始仿造生產。

插秧機

1968年又同時引進大金牌2行式(PT-21)動力插秧機，**1969年**引進井關牌2行式動力插秧機進行田間試驗及示範，利用引擎驅動插秧機，以減輕操作者勞力負擔。此一階段插秧機所使用的秧苗，需配合育成條帶狀，在育苗上相當困難，推廣上並不順利。



兩行式動力插秧機

1972年新台灣農機公司引進撒播式育苗動力插秧機進行試用，由於撒播式育苗大幅簡化水稻育苗程序，加上水稻育苗技術亦有大幅進步，此時政府亦開始輔導農友設置專業水稻育苗中心及一貫化作業播種機



四行式動力插秧機

插秧機

1974年裕農農機公司完成**2行式動力插秧機**，此為**國產插秧機之始**，同時也引起國內其它廠家之競相投入。**1974年**國內插秧機製造公司除最早生產的裕農農機公司外，其它有**新台灣、中升、大地菱、中原、力達、永大、新力、九福、松齡**等農機公司亦紛紛加入**2行式插秧機**之生產，此為國產插秧機百家爭鳴時期。

同時期**日本進口品牌**，如**久保田、井關、三菱、野馬**等則因價格過高而被國產品牌取代。

1977年插秧機開始進入**4行步行式**的階段，插秧機械化程度快速成長，到**1980年**以後**4行式步行式插秧機**完全取代**2行步行式插秧機**，成為**田間插秧機的主力**。**1970年到1980年**間為國產插秧機高速成長的**黃金年代**。

57

插秧機

1983年市場又推出**6行步行式插秧機**，同一年亦由**日本引進6行式乘座型插秧機**進行試用，其後又有**7行式乘座型插秧機**問世。

由於乘座型插秧機價格過高，且其插秧爪仍然為往復式插植機構，其工作效率與**6行步行式**相若，因此乘座型插秧機推廣上不似先前順利。



六行步行式動力式插秧機

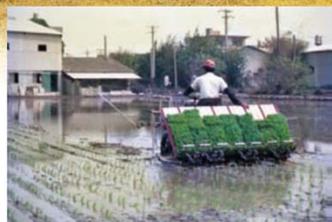


六行乘坐式動力插秧機

58

插秧機

1989年搭載日本最新開發完成迴轉式插植機構的8行乘坐式插秧機引進台灣，此型插秧機使用新型高速迴轉插植機構，大幅提升插秧機工作效率，其高速插植與乘坐駕駛舒適的性能完全合乎國內代耕業者的需求，至此國內大型插秧機市場完全歸入日本進口插秧機的版圖，國產插秧機完全退出市場。



七行乘坐式動力插秧機



八行乘坐式動力插秧機

- ◆台灣水稻防除機械主要以防治病蟲害及防除雜草為主。1940年台灣即開始實施病蟲害防治工作，不過當時噴霧器之性能不理想，且實施病蟲害防治者亦不多。
- ◆台灣農耕自1956年開始逐漸實施集約式作業，加上1950年後合成化學殺蟲劑問世，為增加單位面積之產量，病蟲害防治工作乃開始普遍實施。
- ◆從1961年起開始推動「水稻病蟲害發生預測」工作後，開始啟動我國植物疫情之監測、警報與防治工作。
- ◆防除作業工具與機械之發展由1940年之人力噴霧器開始演變。

1992年後國內農機廠商已陸續開發出適用於水稻病蟲害防除作業之自走式桿式施藥機及高低莖作物施藥機。由於自走式施藥機一台動輒需新台幣數十萬元，小農很難負擔購置使用。故目前大部分稻農對病蟲害防治仍仰仗代噴藥業者，而代噴藥業者主要以固定式高壓動力噴霧機(含機架、馬達或引擎之動力、柱塞式泵浦、壓力調節器、藥液筒、管線及裝設數個噴嘴)進行噴藥。

隨著農業從業人員年齡的老化，部分稻作農戶也開始慢慢接受使用自走式施藥機進行施藥作業。參與農委會「小地主大佃農」政策推動計畫且種植水稻之農友，大都已導入自走式施藥機械於水稻病蟲害防治工作。

水稻病蟲害防治機械

人力噴藥機(或稱施藥(粉)機、噴霧(粉)機、噴霧(粉)器)

1950年代初期，農復會為增產稻米，首先輔導台中市永安實業公司量產人力噴霧器。該公司首先產銷半自動(施噴時須同時加壓)與全自動(預先加壓後施噴)兩種噴霧器，農民均需背負著噴霧器在田間進行施藥。後來永安實業公司也生產槓桿加壓固定式高壓噴霧器，因利潤豐厚，後來許多農機廠也因應生產。



早期人力噴霧器

病蟲害防治機具以噴藥機為大宗，噴藥機又分為人力和動力兩大類。1953年為因應實施耕者有其田政策，人力施藥機(當初稱為噴霧機)及病蟲防治器材即包含在「實物農貸」之項目中。

1960年代末期，台灣農村大約已有人力噴霧器20萬台，人力噴粉器也將近有5萬台



水稻病蟲害防治機械

動力噴霧機

- ★ **動力噴霧機**大致上可分為**微粒噴霧(粉)機**和**高壓噴霧機**兩種。
- ★ **1954年**台灣向美國採購**動力噴霧器**，用以防治水稻螟蟲及鳳梨萎凋病，為台灣使用**動力噴霧機具**之開始。**1957年**開始大量推出全自動**動力噴霧器**。
- ★ **1950年代**末期，由**日本**和**歐洲**引進多種**動力微粒噴霧(粉)機**，該機備有鼓風機，可兼用於噴霧及噴粉兩項作業。同時期國內適時推出國產之主要廠牌則有**金龍(永安)**、**亞洲**、**中農(中國農機)**、**新台灣**、**達士**、**省力**、**吉村**、**太陽王**等，惟當時其品質及性能尚無法與進口產品媲美，銷售量亦較少。

進口國	廠牌
日本	共立、有光、野馬、久保田、宿谷、大前、美農樂、丸中、飛鳥、富士、三菱、東海、稻產、初田、丸山、日東、奇美達、中央、TAS MOTOR、奧林比亞等
西德	依勒斯(IRUS)、偉力士(WILLMES)、爽樂(SOLO)、實的(STIHL)等
荷蘭	好利民(ALLMAN)、K.W.H、通用、一樂等
英國	MOTOBLO SUPER 70等

1950年代末期由日本和歐洲引進動力微粒噴霧(粉)機廠牌

63

水稻病蟲害防治機械

動力噴霧機

- ★ **1966年**起台灣大學陳貽倫教授根據農復會委託研訂之「**噴霧器(機)檢驗標準**」草案開始**進行檢定工作**，**3年內**約有**30多種廠牌87種機型**送檢，檢定合格之機型由台大農工系出具證明，並由廠商憑以申請該機型列入政府補助農民購置時之機型，由送檢數量即可得知當時市場之盛況。
- ★ **1960-1970**年代**動力微粒噴霧(粉)機**風光一時，到**1970~1980**年代以後，又重回**高壓動力噴霧機**的天下

其中以**小型背負式**的機型較受歡迎，因使用**小型汽油引擎**，噪音明顯改善很多，也更符合使用者之**安全衛生及環保**之要求



背負式動力微粒噴霧(粉)機 64

水稻病蟲害防治機械

動力噴霧機

▶ 微粒噴霧(粉)機全為進口產品，高壓動力噴霧機則全為國內所製造的產品，但不包括動力源之小型汽油引擎。動力噴霧機除了在國內普遍被農民使用外，每年外銷東南亞各國數以萬計，為我國農機外銷主要的幾個機種之一。

▶ 國內主要生產動力噴霧機的廠商有台灣共昱、大農、陸雄、元良、物理、永銜、鑫三進、安心、大貫、金田、金紀、隆源、川田等。近幾年來因為中國工業興起，有部分中國的機種已於台灣進行販售及應用，部分廠牌也推出以瓦斯為燃料或以電動方式驅動之噴霧機。

水稻病蟲害防治機械

固定式動力噴霧機

固定式高壓動力噴霧機由機架、馬達或引擎之動力、柱塞式泵浦、壓力調節器、藥液筒、管線及裝設數個噴嘴之手動噴藥桿等部分所組成，整組噴藥機具由小貨車載運。機械操作人員一般由2~4人所組成，操作時一人手持噴藥桿逆風後退而行，一人控制高壓泵浦與藥劑桶，其他人負責協助牽引管線，本系統目前仍廣泛應用，為水稻病蟲害防治的主要設備。



固定式動力噴霧機

水稻病蟲害防治機械

桿式施藥機

- 1986年大型化自走式噴霧車開始應用於果園病蟲害防治，1992年亦開始引進桿式噴藥機並將其逐步國產化生產。由農業試驗所及桃園區農業改良場於農漁業產業自動化計畫下進行研發桿式施藥機，可使用鼓風機及氣流輔助系統而成氣輔桿式施藥機。
- 桃園區農業改良場於1992年引進丸山牌BSA 400-01型手動桿式施藥機等二部日製水稻噴藥機，在台灣北中部地區進行田間試驗，評估可行後於1993年開始國產油壓桿式施藥機之研製。
- 1994年起與中興大學、台灣大學及廠商共同合作開發適合台灣農業條件的桿式噴藥車於1996年研製完成桃改型油壓桿式噴藥機。該機於1998年通過新型農機性能測定，並列入國產新型農機補助示範機種。該機施噴寬度8公尺，作業能力每小時可達1.5公頃，至2000年止已推廣超過20部。



桃改型油壓桿式噴藥機 67

水稻病蟲害防治機械

氣輔桿式施藥機

- 農業試驗所於1995年引進Hagie-280型自走式高架噴霧機，進行桿式施藥機之國產化研製作業，1996年起農業試驗所梁連勝等人開始研製早田用氣輔桿式噴藥機之雛形機。
- 1997年農業試驗所與永三源農機廠股份有限公司合作研發完成適合台灣田間條件之小機型自走氣輔桿式施藥機並進行田間示範。1998年完成申請新型專利，1999年積極推廣，除設置示範中心5處外，並辦理田間示範觀摩會。該機於1998年與1999年分別有兩機型通過新型農機性能測定，且於2000年列入國產新型農機補助機型，至2001年已推廣了22部以上。
- 氣輔桿式噴藥機與傳統式高壓噴霧機在設計上最大之區別在於採用每平方公分5公斤以下之低壓作業，其優點為可降低藥霧飄移對環境之污染。



農試型氣輔桿式施藥機 68

水稻病蟲害防治機械

高低莖作物桿式施藥機

 2004~2005年農業試驗所進行新型噴藥機械與技術之研發計畫，研製高低莖作物桿式施藥機以滿足當時之農業防治之需求。因當時國內在噴藥管理工作上，仍無合適之大型化機種以供高莖作物運用。有鑒於此，農業試驗所就既有桿式施藥機成果進行改良，針對機體高架大型化與高低莖作物兼用等問題，研製開發同時適用於高莖作物或利用棚架栽培(如番茄等)等作物之施藥與控制機構。

 該機使用21.5 hp之柴油引擎為動力源，最大作業寬度可達10.8公尺，施噴作業能力為每小時約0.3~1公頃(視田區及作物總類而定)。噴桿離地高度可視需要調整至250公分，而且噴桿具水平調整功能，作業上除可應用於一般之低莖作物外，更可因應高莖作物與棚架栽培作物的病蟲害防治作業需求。



高低莖作物桿式施藥機 69

水稻病蟲害防治機械

飛機空中施藥

-  空中施藥的優點是不受到地形障礙的限制，但卻易受天候影響，環境狀況不佳或其施藥難以控制時又容易發生飄積現象，對環境危害極大。
-  1967年農林廳與永興航空公司合作，辦理稻穗熱病空中施藥防治試驗，及水稻毒素病媒介昆蟲空中施藥防除試驗，開啟了台灣空中施藥的紀元。
-  1970年代在南投縣魚池鄉頭社村之150公頃水稻田試辦水稻病蟲害空中施藥防治，由台中區農業改良場及南投縣、市政府支援全面性效果調查，後來陸續在幾個重要水稻生產區實施。

2004年興農股份有限公司也引進日本YAMAHA施藥直昇機並舉辦田間示範觀摩會。台灣水稻病蟲害空中施藥防治僅見於地區之防治試驗，因防治成本極高，空中施藥之藥(粉)劑尚需通過蜜蜂之毒性測試等，目前應用仍不多。



水稻病蟲害防治機械

溫湯消毒機

1973年政府開始補助農民設置專業化育苗中心後，在育苗前針對稻穀種原(稻種)進行消毒，其目的在消滅稻種表面及內部或與稻種混存的病原，浸種即包括在作業體系流程中，水稻育苗業者陸續利用浸種的方式進行稻種消毒。截至今日為止，水稻育苗業者仍大多以網袋盛裝稻種並採用批次浸漬的處理方式為主。花蓮區農業改良場施清田於2010年研製之**連續式稻種溫湯消毒機**，可用連續方式進行操作，作業能力為每小時300~500公斤。該機所需之熱水先經鍋爐水蒸氣加熱後，再由泵浦打至灑水管噴灑至輸送帶上的種子上，稻種於輸送帶末端再以冷水噴灑後收集，完成消毒程序。



花改型連續式稻種溫湯消毒機

71

水稻田雜草防治機械

水稻動力除草器

1963~1965年，台中區農業改良場以日製高北牌曳引式耕耘機及三聯式除草機組成所需之結構，著手進行水稻動力除草機培土犁田間作業試驗。比較了三種搭配型式之中耕除草器，其**除草率可達50~77.1%**，其效率可較人工高一倍以上。

1964年改良成單輪型曳引方式驅動，惟該機初期機身較重。為減輕重量，1965年該機更換引擎、更改齒輪箱速比及進行結構等之改良。因該機於轉彎時會造成稻株壓埋的現象，且與當時農友之作業模式不同，使得當時未能被農友接受及普遍採用，1996年動力中耕除草機的發展應用又再度受到重視。

花蓮區農業改良場及桃園區農業改良場分別於1973年、1978年及1983年提出有關水稻除草之研究計畫。



手推式水田中耕除草器



耕耘機曳引式三聯式除草機

72

水稻田雜草防治機械

水田中耕除草機

- ☺ 國內有機米驗證面積於2011年10月底已達1,568公頃。因為水稻有機栽培禁止使用化學藥劑，所以**除草主要是以人工方式進行**。
- ☺ 2011年台東區農業改良場完成「改良式水田中耕除草機」，並於2012年公告技術移轉。
- ☺ 該機為三行式，機體重約20kg，動力源為2.4hp之二行程汽油引擎，除草輪間距為30cm，並可左右彈性調整約3cm，作業能力每小時為1~1.2分地。唯該機僅能**除掉行間的雜草**，**株間的雜草**則仍需以人工方式防除。



有機稻田利用機械中耕除草作業

水稻田鳥害防治

簡易驅鳥方式

- 🟡 簡易驅鳥方式最主要是以**聲響**或**光影變化**來驅趕鳥類。
- 🟡 利用**聲響方式**主要以不定時施放炮竹，以**巨大聲響**驚嚇鳥類。
- 🟡 利用**光影變化方式**驅鳥，主要使用一些會**反光的材質**，如**彩色反光塑膠帶**、**報廢的錄影帶**或者是**旗幟**、**布條**，利用這些材料受風吹動時產生的**光影變化**與**聲音**，以驅趕鳥類。
- 🟡 花蓮區農業改良場於**1991~1994**年在花蓮縣地區進行驅趕資材試驗，利用**音爆驚鳥器**、**閃光驅鳥器**及**防鳥彩帶**等方式驅趕鳥類。



水稻田鳥害防治

驅(驚)鳥器

音爆驚鳥器利用液化瓦斯加壓後所產生之音爆驅趕鳥類，每隔15~20分鐘作用一次，音量調整至80~120分貝。於插秧後，日落黃昏時打開，並啟用至翌晨天亮時關閉，每3~5公頃需布置一組，持續使用10~15天。**閃光驅鳥器**則利用10W紅色(或黃色)之迴轉型燈，於插秧後，日落黃昏後啟動，至隔天天亮關閉，每公頃布置2盞，持續使用15天。

台南區農業改良場於2010年間利用天敵防治的概念，以太陽能為動力，結合8051單晶片及擴大機擴音模組、號角喇叭，有效放出領角鴉、鳳頭蒼鷹、紅尾伯勞、紅隼等之聲響，研發**太陽能動力驅鳥器**。



音爆驅鳥器(大地菱農機)



太陽能聲波驅鳥器
(台南場研發) 75

戽斗

台灣河短而流湍，且雨季分布不均，在水庫供水範圍及農業用灌排水渠道工程設施發達的區域，大多由水庫、埤、塘等設施水源引水，進行灌溉作業，在**水源不足地區**則抽取地下水灌溉。

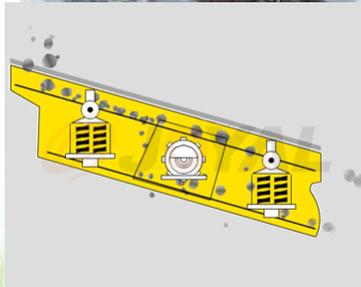
戽斗是人力揚水器的一種，以獸皮或鐵皮製成，上裝木柄，使用時人手持木柄，將水掬入田中，作業效率極低，僅適用小面積栽培利用。



人力戽斗汲水 76

龍骨車

龍骨車俗稱「水車」，又稱「翻車」，亦由先民自大陸引入台灣，至1968年時台灣尚有2,988台，此後因各種動力抽水機械普遍使用，數量急遽減少，目前僅存在一些古農具陳列場



拔車

其構造類似龍骨車，將拐木改成握柄，以手轉動握柄，藉其轉動力量，將水引入水田進行灌溉。

牛轉番車

這是利用人畜力推動的灌溉水車，將龍骨車中原來腳踩的踏龍骨改裝成二組齒輪，由齒輪水車帶動汲水桶，將低處落差較大的水源提升至高處提供灌溉用。



風力水車

風力水車使用在風力較強的沿海地區，藉風力轉動輪盤，帶動地下抽水設施，將水汲往水槽或水田中灌溉，在缺乏地面水源而有強風的地方皆可使用，主要使用於台灣西部沿海區域。

筒車

這是一種架設在河渠岸上的水車，利用流水的力量，推動輪盤旋轉，輪盤上有竹製或鐵製的水瓢，可以汲水注入水槽或水田中，此種灌溉設備的特點是只要有水流動即可日夜轉動進行灌溉，主要設置於近溪流水源充沛的地區。



筒車汲水作業



抽水機

台灣光復後，由於小型柴油或汽油引擎的引進及電力設施的開發，各種抽水機的發展也快速普及應用。根據統計1960年時台灣共有抽水機8,378台，至1969年增加至49,310台，爾後因政府推動農業機械化措施，數量上急遽增加到1979年的14萬2千餘台。早期農用抽水機主要為離心式抽水機，並以耕耘機或柴油引擎驅動，後因農村電氣化，電動抽水機逐漸取代引擎驅動式抽水機。



小型汽油引擎耕耘機驅動型抽水機



電動馬達驅動型抽水機

噴灌機

在行列作物灌溉機械方面，2000年台南區農業改良場鄭榮瑞等人開發捲管式田間自動噴灌機，該機可在作物行距150~240公分間無段調整，有效距地高80公分，出水量每小時4.8~14.7立方公尺，噴灑行進速度6~40公尺/小時。作業時水壓控制在8bar以下。該機有桿型及槍型噴灌兩種組合，桿型最大噴灌作業寬度20公尺以上，一次最高可完成0.25公頃；槍型噴灌作業區域寬度範圍可達57公尺，一次最高可完成0.85公頃



捲管式田間自動噴灌機(桿型)



捲管式田間自動噴灌機(槍型)

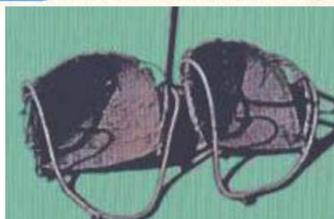
81

人力肥料施用器具與施肥機械

畚箕

★ 畚箕是為挑扛及撒施有機質肥料用的器具，古代稱為「箕」，是以竹蔑或藤心編成的器具，早期用來挑堆肥撒布，所以又叫「糞箕」。

★ 畚箕狀似畚斗，前端開口，一般用厚竹板橫槓，後端盛物略寬且較高，左右兩邊後緣向前傾斜至前端等高，兩邊各有一隻「耳」，可用手捧著撒布糞土；亦可結繩用肩挑或扛，為普遍用於整地前施用有機質肥料的器具。



畚箕



人工施肥

82

人力肥料施用器具與施肥機械

★肥料籃或桶

這是一種竹編或木製的提籃或桶，應用於插秧後的施肥，用來裝肥料進行施肥作業，施肥時以人力進行灑布。



★人力手拉式施肥器

✿早期使用的人力手拉式施肥器以自日本引進為主，台中區農業改良場於1971年在農復會經費補助下從日本購進適用於粉狀化肥及液肥兩種型式之深層施肥機。

✿國產機型的發展於1972年開始進行國產三行式水稻施肥機的試驗研究，

✿實用機型於1979年研製完成，當時推廣作業機數量有14台，該機每天工作效率平均為1.0公頃左右。



背負式人力手搖施肥機

83

人力肥料施用器具與施肥機械

★背負式動力施肥機

1976年，小型動力背負式施肥機也被廣泛引進利用於水稻田的施追肥作業。施肥機以小型汽油引擎驅動，產生高速氣流，將肥料吹出，肥料型態則以粒狀肥為主。



84

人力肥料施用器具與施肥機械

★ 插秧機附掛深層施肥機

● 為提高氮肥的使用效率，在**1975年**高雄區農業改良場即以台灣各式播種機及手推式插秧機及日本單行式施肥機為藍本，研製**手推式及手拉式2行施肥機**，進行**水稻深層施肥**，並在各區農業改良場完成肥力試驗，同時進行推廣。

● **1979~1980年**間高雄區農業改良場鄒運雄等人更以**裕農牌PT-250兩行式插秧機**為基礎，在插秧機前端中央加掛一施肥裝置，於兩行水稻間施一行肥料，深度10公分，此為**插秧機掛深層施肥器之始**



85
高改型兩行式插秧機附掛深層施肥機

人力肥料施用器具與施肥機械

★ 插秧機附掛深層施肥機

★ **1979~1980年**間台中區農業改良場梁榮良等人亦利用**裕農牌PT-250**為基礎，完成**插秧機附掛深層施肥器**，其肥料箱置於機體後方秧苗台下方，動力則由插秧機往復機構引出，機械完成後於1980年間進行全國示範推廣。

★ **1981年**高雄區農業改良場王明茂等繼續致力於**插秧機附掛深層施肥機**之研究，並先後完成**4行式及6行式動力插秧機附掛深層施肥機**之開發，**1989年**8月間**4行式及6行式水稻插秧機附掛深層施肥機**通過性能測定，並**技術移轉予立達工業公司**進行生產製造。



中改型兩行式插秧機附掛深層施肥機



86
高改型四行式插秧機附掛深層施肥機

人力肥料施用器具與施肥機械

★ 插秧機附掛深層施肥機

深層施肥機先後有2行式、4行式、6行式插秧機附掛兼用型，以及專用型等多種型式，其節省肥料效果顯著。

缺點：

代耕業者認為深層施肥機會影響插秧機的作業速度，且肥料容易受潮結塊，操作上會有一定影響，不利代耕業者的作業需求，因此雖然節省肥料效果肯定，但是推廣上並不順利，有關插秧機附掛深層施肥機研發一直沿續到1996年才終止



日本久保田牌插秧機
附掛側條施肥機

87

大型肥料撒布機

- ▶ **大型肥料撒布機** 主要利用曳引機承載或拖掛，用於施用大量基肥或土壤改良資材如堆肥、石灰等。
- ▶ 由於使用肥料性質的不同，自**1980年**代開始，各區農業改良場及學術單位分別發展適用於**有機堆肥或化學肥料**施用的**專用撒布機**，其具有**快速、作業能量大**等特點，部分機型並轉移製造廠商進行商品化生產與推廣，民間廠商亦有此方面之機械研究開發。
- ▶ **大型施肥機** 可以分為**撒施、條施、條撒施**兼用三大類，目前有機肥施肥機之開發，在各相關單位共同努力下，已有多種型式提供農民選用。

88

大型肥料撒布機

★ 曳引機牽引式堆肥撒布機

本機為工業局補助、農機中心輔導，屏東技術學院研發、谷林農機公司生產的大型堆肥用機械



屏東科技大學研發曳引機牽引式堆肥撒佈機

大型肥料撒布機

★ 中改型搬運車兼用型堆肥撒布機

本機由農委會、農林廳與雜糧基金會補助，台中區農業改良場研發完成。該機係利用國產大型搬運車附裝配肥鏈條及肥料撒布裝置而成。不執行施肥作業時，可將裝置輕易拆下，當成為搬運車使用。

本機使用18HP柴油引擎，具6前進速與2後退速四輪傳動，載肥量一次約為800 Kg，出肥量有四段控制，撒布寬度達6~8m，並可具較大彈性選擇的3.6~14.4km / hr作業車速，進行撒施作業。撒布之堆肥細碎均勻，效果甚佳。

全車總長405cm，轉彎半徑為2.7 m左右，操作上十分靈活方便且機動性也高，適於稻田及蔬果園整地前施撒基肥或牧草區等使用。



中改型搬運車兼用型堆肥撒佈機

大型肥料撒布機

★花改型曳引機承載式施肥機

本機由農委會與農林廳補助、花蓮區農業改良場研製，施肥機由曳引機承載，肥料配出裝置由施肥機接地輪驅動，主要應用於整地前大面積有機肥施用。



花改型曳引機承載式施肥機

大型肥料撒布機

★青擘牌油壓型(錐形體)動力施肥機與永三源(錐形體)乘坐式動力施肥機

這兩型施肥機肥料桶為圓錐形設計，使用圓形高速轉盤將肥料以離心力灑出，由於肥料桶體積較小，一般應用於粒狀化學的施用



青擘牌曳引機附掛油壓型動力施肥機



永三源乘坐式動力施肥機

大型肥料撒布機

★桃改型曳引機附掛有機質撒布機

2004年桃園區農業改良場研發完成此撒布機，本機由43 Hp曳引機承載，撒布機之接地輪與地面之磨擦提供動力，供撒布機內部攪拌軸、架橋破壞剪及施肥流量軸所需之動力。

該機一次可承載550 kg之有機質肥料，藉由攪拌軸之旋軸及架橋破壞剪之操作可以很均勻的將有機質肥料撒布於作業田。本機同時可撒布石灰，主要應用於大面積整地前肥料施用。



桃改型曳引機附掛有機質撒佈機

清康熙22(1683)年滿清入台至光緒18(1892)年計209年期間，也開墾水田207,199甲，與前所開墾之水田共有214,733甲，及早田146,713甲，合計361,446甲，水田面積占59.4%，以種植在來稻為主。當時栽培稻採收以手抽熟穗。荷蘭人入侵後，提供農具給漢人從事墾殖工作，水稻收穫改用鎌刀。

蓬萊稻於日據時期大正15(1926)年育成並正式命名為「蓬萊米」，栽培面積至昭和10(1935)年達295,811公頃。由於蓬萊稻之稻穀較在來稻難脫落，日人乃由日本引入人力脫穀機，為日據時期最大特色。

收穫機具

明清時期(1624~1894年)

★明天啟4(1624)年之前台灣農業可謂是原始時期，台灣原住民所栽培者以陸稻為主，收穫方式推知當時收穫稻穀是用手將成熟的穗拔取，或用利器逐穗割取。

★1624年荷蘭人入侵台灣後，獎勵大陸漢人來台並提供農具生產稻米，繼之，鄭成功於明永曆15(1661)年自大陸帶來在來稻(私型稻)及農具供士兵屯田種稻。該稻成熟時有易脫粒及稻稈長之特性。當時收穫作業有割取、脫粒、乾燥及選別等。



摔穀桶

收穫機具

明清時期(1624~1894年)

① 割取-用鎌刀

② 脫粒：

① 摔穀桶-使用時打穀者握持成束稻稈用力將稻穗向桶梯摔打3~4次，使稻穀脫落在桶內，當桶內約裝達1/2滿時，用粟箕將桶內稻穀取出，倒入米簍，挑至土面曬穀場地，進行曬穀工作。桶梯上之橫條間隔為5cm左右，脫粒原理為當穗擊到桶梯時會造成穀粒與穀柄彎折或反彈而脫離。適用本桶的稻穀為易落粒之在來稻(私稻)

② 連枷-為擊禾器，權節其用，禾耜耨支，為一柄、一梢軸、一擊木而成。擊木有四莖以革編繫成一體或由獨槌製成，槌可為木材或竹材，綁繫於梢軸小端段，是為打擊稻穀部分。



摔穀桶



連枷

收穫機具

明清時期(1624~1894年)

③ **去雜**-稻穀去雜於曬穀前行之，主要是除去斷穗及稈葉等

① **穀齒耙**(古稱「穀耙」，又稱「透齒耙」)-以穀齒耙把穀攤撥撒開，使比重大的飽滿穀粒，先落到地面，比重輕之稈葉等隨後落下而蓋於飽滿穀粒上面，再用竹帚將稈葉掃除，或用篩穀篩去稈葉。

② **篩穀**--由三竹桿為柱繫末端而立，用三繩繫竹篩，懸於三竹桿中間，一或二人操作。將含有短穗、稈、葉之濕穀等倒入篩內，人力搖動篩選後，短穗、稻稈及葉等無法穿經篩孔，滯留於篩上，而穀粒穿經篩孔落下，達到篩選效果



穀齒耙



篩穀

97

收穫機具

明清時期(1624~1894年)

④ **裝運**:運稻穀所使用的器具有米簍、麻袋、牛車等

① **米簍**-桂竹皮或刺竹皮削成細圓蔑編製而成，口徑約50公分，高40公分，略成甕狀，口邊分四等距各綁一條麻繩，二簍為一擔，單人挑運，為一般農家在稻田中之稻穀搬運使用器具。

② **麻袋**由鐘麻或黃麻纖維織成，其纖維由鐘麻浸泡後清洗除去肉質部分撚編而得，一袋可裝約50公斤濕穀。

③ **牛車**--車轆與車道一體成型，前端繫有弓形擔，供掛在牛肩頭上拉動牛車及導向用。



98

收穫機具

日據時期(1895~1945年)

除仍沿用明清時期之收穫器具外，也有新機具引進與改良，如脫穀機、牛車等。

① **脫穀機**—俗稱機器桶，由踏板、連桿、大小齒輪、脫穀筒(筒上裝有∩脫穀齒)、集穀桶及桶笨仔組成。本機為**人力腳踏式**，使用以腳踩踏板，雙手握稻束，徐徐將穗部放下觸及脫穀齒，並將稻束翻轉及疏開，穀粒被打落於集穀桶，集穀桶下方裝有二支15公分半圓木材，固強集穀桶及便於水田滑行移動。

② **牛車**—四輪式牛車前為二小輪，後為二大輪。輪鼓為木製外鑲一層1公分厚之鐵片，其中心鑿孔並鑲入鑄鐵圓管，車身下方裝鐵製軸心，使用時，於圓管(套筒)與軸心間塗加「牛車油」，減少二者間之摩擦，二輪式者亦然。後來車輪改為**橡膠輪胎式**，輪與軸之間加裝**軸承**，以減少磨擦力。



脫穀機

塑膠輪牛車



四輪式牛車

收穫機具

台灣光復初期(1945~1965年)

① **腳踏式脫穀機**—根據台灣農業年報記載於**1958年**腳踏式脫穀機有**177,339台**，**1965年**最多達的**205,784台**，隨著動力脫穀機之推廣，腳踏式脫穀機數量遽減，**目前農民已不使用**。

② **動力脫穀機**—首先只由汽油引擎代替人力驅動脫穀筒，其後再進步到裝有振動篩及鼓風機者。**1961年代**初期由宜蘭縣羅東鎮一家專門生產脫穀機工廠經改良腳踏式脫穀機後開始使用。其後再於機體上加裝振動篩及徑流式風扇，使具有篩選濕穀之功能，將較粗之稟稈斷穗篩除，較輕之碎葉、空殼及芒梢等吹離，落在桶內。由於水稻聯合收穫機之引進推廣，動力脫穀機數量逐漸減少，**1995年時**仍有**7,546台**，目前除農業改良場試驗田使用外，**農民已不使用**。



腳踏式脫穀機



動力脫穀機

水稻收穫機械之發展

國內水稻收穫機械的發展依時間序列，約略可分為3個階段，

第一階段：**1963~1969**年，為**水稻機械收穫萌芽期**。

第二階段：**1970~1981**年，為**水稻機械收穫發展期**。

第三階段**1982**年~迄今，為**水稻收穫全面機械化時期**。

水稻收穫機械之發展

★ 水稻收穫機械萌芽期— 1963~1969年

🦋 **1963**年台灣省農業試驗所譚奇才參考日本齊藤式自動刈機，進行改良以發展適合台灣水稻栽培模式使用的收割機。

🦋 **1964**年農試所鄔清標、王璧貽、游金泉等繼續以久保田HB型、井關KR700A及齊藤式自動刈取機為基礎，改良以適合台灣水稻的收割。

🦋 **1964**年台中區農業改良場梁榮良等亦參考日本收割機，發展以50 cc小型汽油引擎驅動，利用圓盤鋸割斷稻株，再配合輸送螺桿進行集束的割稻機。

🦋 **1966**年梁等人為提高割稻機工作效率，將原本圓盤鋸型兩行式割稻機改良為往復式割刀6行割稻機，並附掛於小型耕耘機前方，成為耕耘機多用途使用的配件之一。

🦋 此階段依原本人工收穫工序，將**水稻收割與脫粒**分兩個階段處理。



圓盤鋸型割稻機

水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—1970~1981年

1970年引進日本水稻聯合收穫機，與前一時期不同的是水稻聯合收穫機將水稻割取、輸送、脫粒、選別、裝袋等工作集於一台機械同時完成。

初期引進日本廠牌有：井關、久保田、三菱、野馬、大島、黃金等，主要為割寬90公分以下的機型。初期引進的機型其操作者於機體後方隨機步行前進。

1971年又引進乘坐式聯合收穫機，操作者的位置移至機體前方，大大提升操作的便利性。

水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—

1970~1981年

▶ 國產水稻聯合收穫機之研發

1974年起有國際農機公司(華農牌)首開先河，其後有台灣農工企業公司(台企牌)與大明機械公司(大明牌)相繼投產，可是當時國產水稻聯合收穫機性能不佳，不久即先後停產，三家公司總銷售量不及百台。

此時政府為保護國產機械，限制割寬90公分以下水稻聯合收穫機進口，在此政策下國內大型農機廠商陸續投入研發。



華農牌水稻聯合收穫機



台企牌水稻聯合收穫機



大明牌豐收號水稻聯合收穫機



水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—1970~1981年

▶ 國產水稻聯合收穫機之研發

✿ 新台灣農機公司與野興農機於1978年相繼投入水稻聯合收穫機的生產。由於兩家公司分別與日本久保田與野馬公司技術合作，所生產的水稻聯合收穫機性能良好，加上政府補助農民購買，國產水稻聯合收穫機銷量大增，1979年產量達2,000餘台，為國產水稻聯合收穫機全盛時期。

✿ 1981年起，採用自動化及油壓控制的日本大型水稻聯合收穫機進入市場，其性能完全合乎專業化收穫農民的需求，國產水稻聯合收穫機銷售量一路下滑，到1988年完全退出市場。



野興牌水稻聯合收穫機 105



水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—1970~1981年

▶ 國產水稻聯合收穫機改良與多用途

1970年日本水稻聯合收穫機引進台灣，由於台灣與日本兩地使用的條件與操作環境大不同，初期日本水稻聯合收穫機不適用於秈稻、倒伏稻、雨後高濕稻之等收穫作業，耐久性亦不足，加以價格昂貴，性能並未能讓農民接受。

1978年以前，國產機械生產不順之際，國內試驗改良場所包含台灣省農業試驗所、新竹區農業改良場、台中區農業改良場、花蓮區農業改良場均有投入改良研究。改良研究重點在不大幅變更原有設計結構下，改進脫穀筒、承網及風選機構的設計與操作參數，藉以配合台灣在雨季時，超高水份的稻穀收穫，其中又以農業試驗所投入研究著力最深，並先後完成二台試驗用離型機，可惜沒有進一步推廣。

水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—1970~1981年

▶ 國產水稻聯合收穫機改良與多用途

農業試驗所於1979年起即運用國產野興牌YS-1300水稻聯合收穫機為原型，進行小麥、燕麥、大麥、亞麻等多用途應用研究。

1980年農試所與嘉義農專農機科又分別進行水稻聯合收穫機應用於高粱收穫研究，其中農業試驗所成功改良野興牌YS-1300水稻聯合收穫機兼用於高粱收穫，並由野興農機公司生產推廣應用

台中區農業改良場於1984年應用於蕙苡收穫。



國產野興牌農試型高粱收穫機



國產野興牌水稻聯合收穫機兼收蕙苡

水稻收穫機械之發展

★ 水稻機械收穫發展期—1970~1981年

▶ 國產水稻聯合收穫機改良與多用途

1985年高雄區農業改良場進行水稻聯合收穫附掛豆類播種機研究。國內有關水稻聯合收穫機的改良與多用途應用研究伴隨國產水稻聯合收穫機生產的衰退而告中止。

水稻收穫機械之發展

★ 水稻收穫全面機械化—1982~迄今

1981年起採用自動化及油壓控制系統的大型水稻聯合收穫機進入市場，其功能與耐久性也日益精進，1988年國產水稻聯合收穫機全面停產之後，市場全面由日本進口機械所取代，水稻聯合收穫機也由早期3行式，逐漸加大為4行式、5行式。

1987年在提昇稻米品質的目標下，農林廳開始輔導鄉鎮農會設立「稻穀乾燥中心」，1990年在「農業自動化」十年計畫項下，推動穀物收穫後處理自動化計畫，大力推動稻穀收穫、搬運、過磅、計價、乾燥、儲存、加工等一貫作業機械化及自動化



四行式袋裝型水稻聯合收穫機



五行式散裝型水稻聯合收穫機

水稻收穫機械之發展

★ 水稻收穫全面機械化—1982~迄今

● 1992年國內開始引進日製散裝型水稻聯合收穫機。

1992年台中區農業改良場在農機示範推廣計畫項下，運用散裝型水稻聯合收穫機。至此水稻聯合收穫機由袋裝改為散裝，機械馬力愈來愈大、效率也更高，目前水稻聯合收穫機馬力已超過100馬力。

● 水稻栽培由整地、插秧、收穫、乾燥等作業已全部導入完全代耕作業與自動化操作系統。



散裝型水稻聯合收穫機集運方式(一)



散裝型水稻聯合收穫機集運方式(三)



散裝型水稻聯合收穫機集團作業



散裝型水稻聯合收穫機集運方式(二)



傳統稻穀乾燥與調製

傳統稻穀乾燥日曬法為主，主要設施為泥土曬場或水泥曬場及相關之手工具，乾燥過程中需不時利用穀耙將高溫之稻穀移動到背斜面，使稻穀能作一種循環運動之乾燥法，早期曬場均為泥土曬場，但衛生條件不佳，為改善當時之曬場條件，台灣省糧食局曾編列預算補助農民在自家庭院中設立曬場。

1953年開始由當時之中國農村復興聯合委員會專案撥款補助，鋪設水泥曬場。
1962年農復會停止補助，但糧食局自籌經費繼續辦理，直到1982年止



早期曬場稻穀乾燥



傳統稻穀乾燥與調製

★風鼓的應用

● 收穫後的稻穀，利用風選作業去除不飽滿的穀粒和質量輕的雜質，挑選較完整的穀粒來乾燥保存，主要使用年代為民國60年以前。

● 在曬場之使用過程中，木製風鼓機利用風速的大小來選別稻穀及其他雜物。

● 目前由於稻穀收穫後處理機械化之故，此項工作已整合至水稻聯合收穫機及稻穀乾燥機作業流程之中。



人力手搖式木製風鼓機

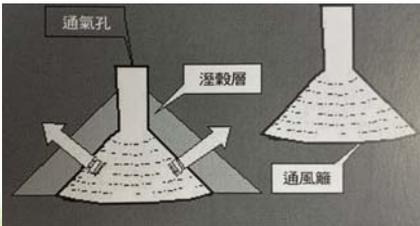


機械式風鼓機



簡易通風乾燥法

濕稻穀若堆積不進行乾燥，稻穀會因呼吸作用使稻穀溫上升至40°C以上，導致發芽腐敗。簡易通風方式曾用來解決這方面的問題。1950年代，台灣大學高坂知武教授曾試圖利用下述之簡易通風穀堆之堆置方法解決之。此法係以錐形通風籬骨架，濕稻穀平鋪在通風籬之上，成為山形結構。通風則採用自然送風及強迫送風兩種，強迫送風則可利用動力帶動風機，強迫風自稻穀層通過，是一種小型的通風乾燥方式



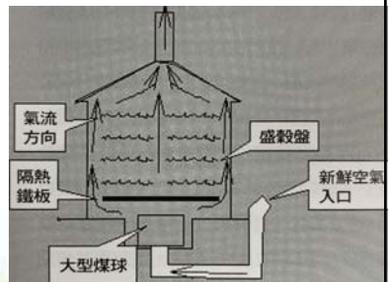
簡易通風稻穀堆之堆置方式(右圖為高坂知武教授與錐形通風籬)



簡易火力乾燥室

▶ 1951年當時電力缺乏，乾燥時必須利用太陽能或煤球。簡易火力乾燥室是將煤球置於乾燥室之下方，新鮮空氣自外界進入底部，再利用自然對流的方式，讓具有乾燥能力之熱氣通過穀層及表面，以進行乾燥。濕稻穀則分層置放，採用盤架式，使其儘量接近薄層。盤架所占用之面積約為2~3坪左右。利用此方法，濕稻穀自含水率20%置於乾燥室內，歷經20小時之後可乾到含水率 13%。

▶ 優點是無需任何動力，熱效率高，且穀子本身不受到任何傷害。其缺點是工作效率低，稻穀盤交換時花費勞力甚多。這種方式目前仍大量用於高價位農產品如米粉、香菇、筍乾、龍眼及荔枝等乾燥，設備上另加裝通氣風機並改以電力或煤油為燃料，以提升乾燥效率



簡易火力乾燥室



稻作機械化-調製乾燥機械 5/18

機械化乾燥機

- 1953年台大高坂知武教授接受農復會的研究計畫開始從事稻穀乾燥機械之開發工作。政府在民國50年代即辦理小型箱式乾燥機推廣。
- 1966年，台中霧峰的三久公司推出全國第一台燃油式小型箱式乾燥機。
- 1975年政府核定「加速推廣稻穀乾燥機計畫」，當時預定於4年內推廣各類型稻穀乾燥機約2萬台，但實際上，至1979年底之實際推廣台數則達2萬5千餘台，遠超過其預期目標。
- 1977年台灣省農業試驗所鄔清標等研製小型循環式乾燥機成功，技術移轉給國華電業公司(聯合牌乾燥機)量產，於是循環式乾燥機崛起，由於其性能比箱型為佳，開始取代舊型機械

115



稻作機械化-調製乾燥機械 6/18

機械化乾燥機

- 1977年國內生產稻穀乾燥機的廠家計有國華，鍵成，農工企業，三久，順光，雙田，嘉林，和榮，穩強，富全，中原，榮順，永安，文泰，和世昌等15家廠商生產箱型乾燥機與循環式乾燥機。當時所生產的乾燥機售價約為箱型乾燥機兩萬元，循環式乾燥機7~12萬元。
- 台灣稻穀乾燥機數量於民國1984年達到最高峰，生產廠商近二十家，產品集中在國內市場，相互間競爭激烈，目前僅剩三久與三升兩家為國內乾燥機主力廠。

116



機械化乾燥機

★ 箱式稻穀乾燥機

箱式稻穀乾燥機為一種小容量之乾燥設備，價格便宜，可以拆裝折疊，不占空間是其優點。乾燥容量每批約為800~1,000公斤，乾燥層之堆積厚度約為30~60公分，屬厚層乾燥的一種型式。

箱式稻穀乾燥機最大缺點是稻穀乾燥前後進出均甚為不便，此外由於採厚層乾燥的關係，其稻穀層溫度不容易控制均勻，但由於價格低廉，仍有許多農民樂於採用。箱式稻穀乾燥機為迎合稻穀乾燥的特性，其多孔鋼板可採用不同的斜度。

另外為加強風力，多孔鋼板亦有做成曲面者，但稻穀層之安置則必須隨曲面作調整，使風力分布均勻



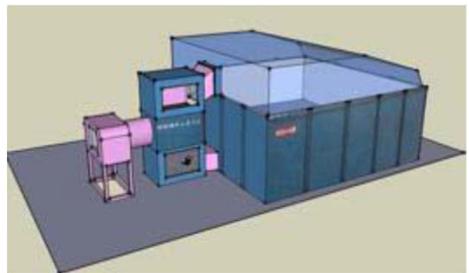
箱式乾燥機



機械化乾燥機

★ 雙向通風箱式稻穀乾燥機

為改善箱式稻穀乾燥機乾燥不均的缺點，1973年台灣大學開發雙向通風的方式，將熱風的方向可以在每一特定時間內加以轉向，使穀層上下均能獲得充分之乾燥。



雙向通風乾燥機



機械化乾燥機

★ 太陽能輔助型乾燥機

1973年能源危機，太陽能被認為極富潛力之替代能源，國內亦有許多學者專家陸續進行研究。

其中箱式乾燥機的應用部分，有利用透氣性之黑布覆蓋於稻穀層表面，採用吸引風機將廢氣排出，此時黑布扮演集熱器之角色，乾燥機外面則罩以塑膠棚，使太陽光可以穿透，風機採用吸引式，空氣自塑膠棚底部進入，經過集熱黑色塑膠布進入穀層，使稻穀獲得乾燥。利用此方法，約24小時之乾燥時間即可乾燥一批稻穀



靜置式太陽能輔助型乾燥機



迴轉式太陽能輔助型稻穀乾燥機



機械化乾燥機

★ 浮動層乾燥機

● 浮動層乾燥機是將熱風通過斜孔板吹動物料形成懸浮狀浮動層，使得每一穀粒均能充分接觸熱風而達到快速乾燥效果。其特徵為連續乾燥方式，浮動層內物料之攪翻動作激烈，物料溫度均勻、乾燥速率快，但熱風速太高時，物料有被吹出乾燥機之可能。由於乾燥速率快，故較適於處理高濕之穀物乾燥。

● 1975~1977年期間，國內稻穀成熟時常遭遇雨期，許多水稻未經採收即已在穗上發芽，為提供緊急乾燥使用，引進浮動層乾燥機，並裝設於卡車上，乾燥機動力由卡車之PTO軸帶動，並藉由卡車的快速移動能力，可隨時集中至某一收穫區進行乾燥之工作



移動型浮動層式乾燥機

機械化乾燥機

★ 循環式乾燥機

由於靜置式乾燥機的單批次處理量少，加上穀物的乾燥均勻度不佳，且水份下降速率慢，因此循環式乾燥機便成為稻穀乾燥的主流，循環型乾燥機係配合穀物均化原理所研發之機型，屬於批式乾燥型乾燥機。

● 1977年農業試驗所鄔清標等研發完成農試型循環式稻穀乾燥機，乾燥中稻穀自動循環，適合個別農戶、碾米廠或共同經營使用。由於循環型乾燥機之乾燥性能良好，稻穀水分乾減速度均勻，很快就取代箱式乾燥機

● 1978~1988年間為配合稻穀乾燥中心之需求，循環式乾燥機容量由4.8噸起，增加至6噸、10噸型者。近幾年來由於大型乾燥中心在各地區農會及糧商陸續設置，其單機容量擴增至12噸、20噸、24噸、30噸、50噸乃至100噸以上，乾燥機高度常達15公尺以上



3.6噸循環式乾燥機



30噸循環式乾燥機

機械化乾燥機

★ 大型乾燥設備

● 1975年以前，台灣第一座乾燥設備設於種苗改良繁殖場，以乾燥玉米為主，起初均為美製之設備，後來添置者始由國內自行製造。

● 國內第一台大型稻穀乾燥設備於農復會時代由日本野馬公司引進，設置於白河農會，設備則全部由國內廠商承造，以燃燒重油為主。

● 政府於1977年起成立補助計畫，在農會設置所謂個別乾燥中心，中心設置許多小型循環式乾燥機，讓農民可以依自己的需求到農會進行稻穀乾燥，乾燥後農民可以將稻穀自行帶回或繳交公糧給農會。

● 這些乾燥機的單機容量4.8噸，由10台組成，另10台為暫存倉，作為均化或農忙時濕穀暫存，後來單機容量擴增為6噸型。當時在各農會及農鹿草鄉農會個別處理乾燥中心民團體設置這種個別乾燥中心約有37處。



礁溪農會大型水稻乾燥備





機械化乾燥機

★ 集中型稻穀乾燥中心

- 1986年政府推行「輔導良質米產銷計畫」，該計畫以確保稻米品質並減輕農民自行乾燥所需勞力負擔與出售稻穀時的運費支出等為主要出發點。
- 農民將收穫後溼稻穀直接運交農會乾燥中心，經量測含水率和重量後，利用電腦即可換算該農民所繳來總乾燥後稻穀量，並同時辦理工糧之收購。
- 農民所得價款，則由農會信用部直接撥至該農戶帳戶。整個過程在機械與電腦一貫化線上進行，此一措施大大節省了農民乾燥稻穀及來回搬運之勞力與費用，而稻穀藉由專業人員統一進行乾燥，稻米品質也大為提高。



機械化乾燥機

★ 集中型稻穀乾燥中心

- 農林廳自1987年開始，首先輔導後龍鎮、大甲鎮、斗南鎮和花蓮市等四個鄉鎮農會設置乾燥機10台及其他相關設備，成立集中型稻穀乾燥中心，採用直接收購濕穀、過磅、乾燥一元化作業
- 至1999年止，共在各地農會及農民團體設置集中型稻穀乾燥中心66處，乾燥機總數達463台，總乾燥容量達1萬2餘公噸。



新型稻穀乾燥中心



機械化乾燥機

★集中型稻穀乾燥中心

▶ 稻穀乾燥中心初期推廣以6噸型為主，但各乾燥中心均認為乾燥容量仍嫌不足，爾後乾燥機容量由10噸型、12噸型、20噸型與30噸型之使用。

由於稻穀是具有生命的，當水稻收割後若不立即進行乾燥，可能會造成稻米的品質欠佳、或損壞，單批次處理量30噸型的乾燥機仍不符合上游大型糧商或乾燥中心的使用需求，

▶ 2001年更推出單批次乾燥處理量超過60公噸的大型稻穀物乾燥機

▶ 目前大型稻穀乾燥機容量已拓展至100噸與130噸，並已外銷至東南亞、非洲、中國及日本等市場。



30噸循環式乾燥機組成的稻穀乾燥中心



機械化乾燥機

★集中型稻穀乾燥中心

▶ 輔導農會設置乾燥中心之業務於2004年由農委會農糧署接辦，2004年至2009年七年期間農糧署共輔導45家農會乾燥中心設置或更新乾燥機容量1萬1千公噸，低溫暫存筒容量7萬8千餘公噸。

▶ 稻穀乾燥大都改採兩階段乾燥方法，①將濕穀先乾燥到水分含量18%後即送入低溫暫存筒，②稍後於乾燥中心作業緩和時再由低溫暫存筒調出半乾稻穀進行第二輪乾燥作業，使其含水率降至13-15%。

▶ 2006年各地農會第一期作共乾燥稻穀11萬2千公噸，農戶數4萬8千戶，平均每戶乾燥稻穀數量2.31公噸。第二期作共乾燥稻穀9萬3千公噸，農戶數3萬8千戶，平均每戶乾燥稻穀數量2.41公噸，滿足農民收穫濕穀需立即烘乾之需求。



機械化乾燥機

★ 稻殼燃燒系統

在碾米過程中所產生的稻殼因質地膨鬆不利運輸，露天燃燒又會產生空氣汙染與焦油，長久以來總是困擾著各地碾米廠。

2002年三久機械公司即研發完成以燃燒稻殼為熱源的稻殼乾燥系統，搭配廢氣處理與可程式控制器的控制系統，應用於稻殼乾燥，碾米廠可以不再為稻殼後續處理而煩惱，稻殼乾燥中心也減少相當可觀的乾燥用油成本。

宜蘭大學亦輔導三升農機公司於2002年成功開發以稻殼為燃料的燃糠爐並通過農機性能測定。



三久機械公司稻殼燃燒爐乾燥機系統



三升農機公司稻殼燃燒爐乾燥機系統



機械化乾燥機

★ 稻殼燃燒系統

目前稻殼使用乾燥機烘乾之比率約達98%以上。而乾燥機之使用，必須依據稻殼含水率、品種特性、乾燥機性能與機械操作技術，作妥慎之操作，始能確保稻米品質。

輔導農會設置稻殼乾燥中心，直接向農民收購濕稻穀，再由專人以專業技術，統一乾燥，可確保稻米品質，降低生產成本，並加速達成稻作栽培全面機械化一貫作業之目標



大型乾燥機



連棟型乾燥機

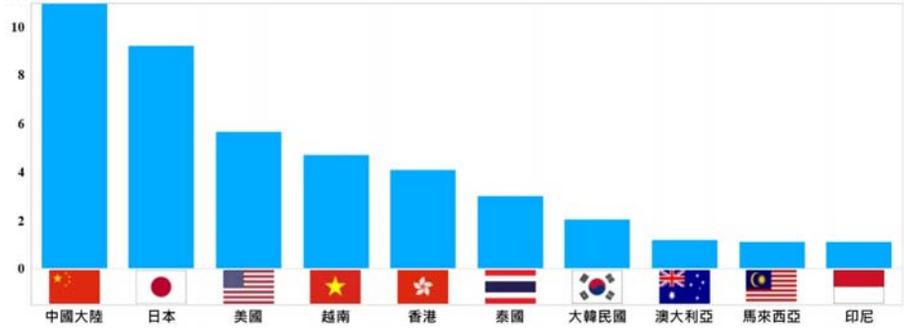


臺灣農機的現況分析



2018年農產品出口值前10國

農產品出口值前十大國家（地區）



2018年農產品進口值前10國

農產品進口值前10大國家（地區）



農林漁牧業就業人口

歷年農林漁牧業就業人口

單位：萬人



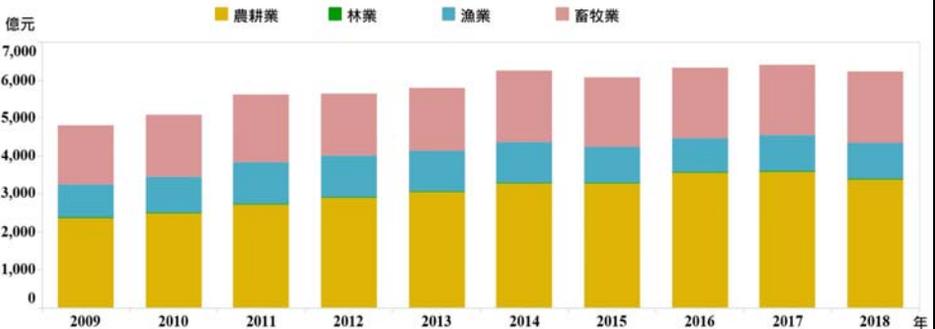
資料來源：主計總處

繪圖：華鈞城

133

農林漁牧業國內生產總額

農林漁牧業國內生產總額



134

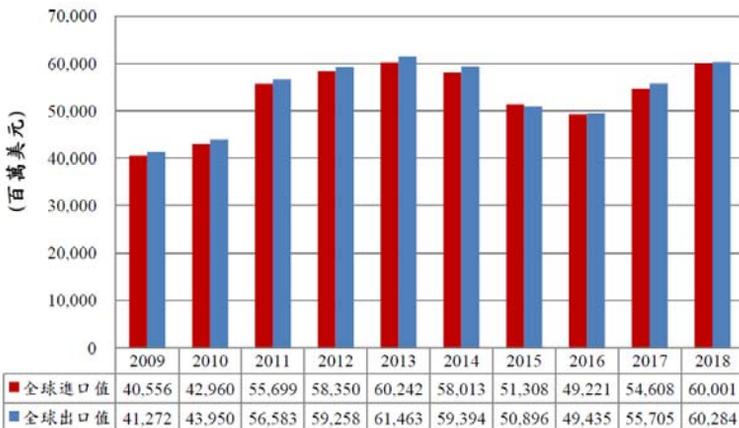
農產品生產價值

農產品生產價值



農業機械進出口

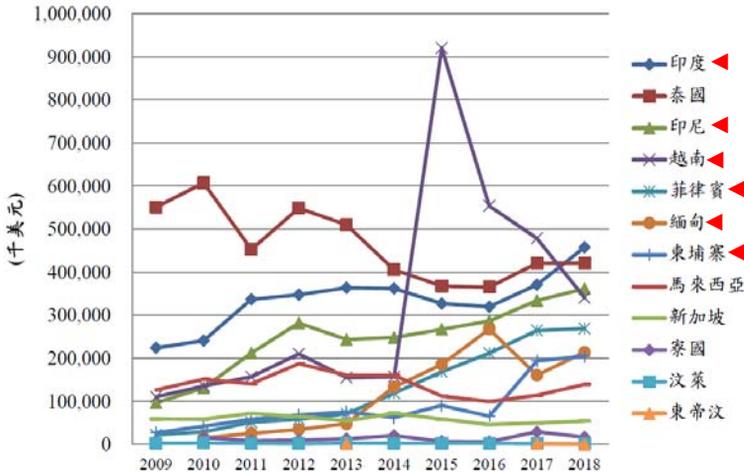
2009 年~2018 年全球農業機械進出口



資料來源：ITC 資料庫，PMC 整理

農業機械進出口

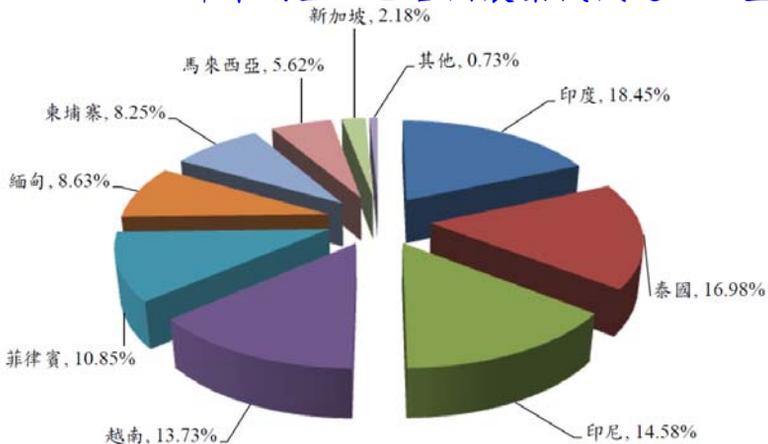
2009 年~2018 年東南亞地區各國農業機械出口



資料來源：ITC 資料庫，PMC 整理

農業機械進出口

2018 年東南亞地區各國農業機械進口比重



資料來源：ITC 資料庫，PMC 整理

2018年台灣農糧機械設備 出口前10大目的地國家

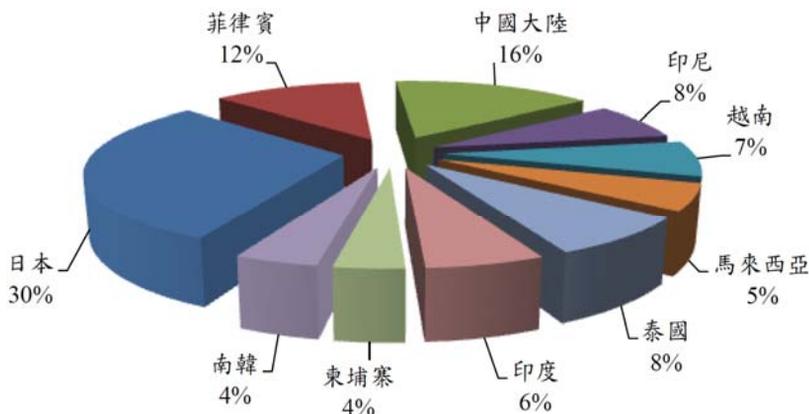
單位：新臺幣千元

資料來源：財政部關務署

2018年 排名	出口國家/地區	2014~2018年		2017年	2018年		與去年同期比
		出口值	占比	出口值	出口值	占比	
1	日本	3,872,607	17.0%	713,587	747,353	17.3%	4.7%
2	美國	3,215,329	14.2%	620,186	545,376	12.6%	-12.1%
3	菲律賓	1,521,054	6.7%	313,203	422,700	9.8%	35.0%
4	中國大陸	2,049,968	9.0%	435,599	323,540	7.5%	-25.7%
5	印尼	994,276	4.4%	173,701	318,243	7.4%	83.2%
6	越南	958,162	4.2%	134,196	180,550	4.1%	34.5%
7	馬來西亞	708,132	3.1%	128,045	171,086	4.0%	33.6%
8	泰國	1,031,333	4.5%	162,395	155,560	3.5%	-4.2%
9	印度	771,288	3.4%	158,060	125,162	2.9%	-20.8%
10	柬埔寨	457,298	2.0%	84,365	118,304	2.7%	40.2%

139

2014年~2018年台灣農糧機械於亞洲地區各國之出口比重



資料來源：財政部關務署

140

台灣農業機械進出口總產值

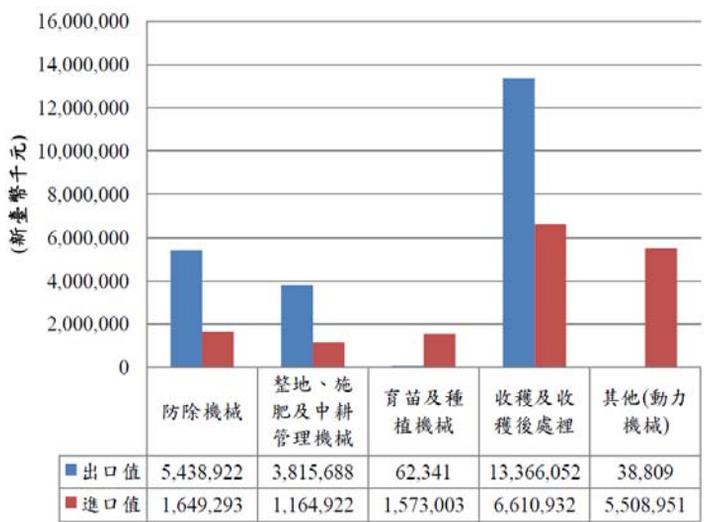
單位：新臺幣千元

	2014~2018年	2017年	2018年
進口值	16,507,101	3,520,779	3,722,603
出口值	22,721,812	4,283,339	4,333,623

資料來源：財政部關務署

141

2014年~2018年我國各類農糧機械設備進出口情形

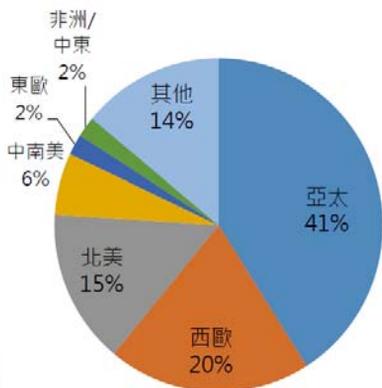


資料來源：財政部關務署

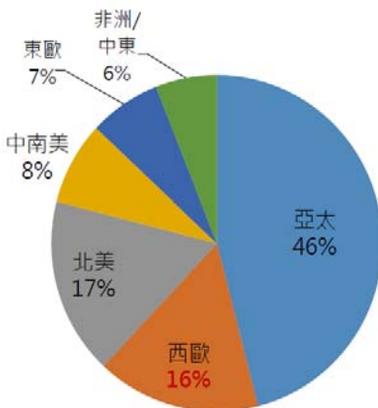
142

農業機械產業之市場動態與我國競爭力簡析

2013年全球農機產值比例



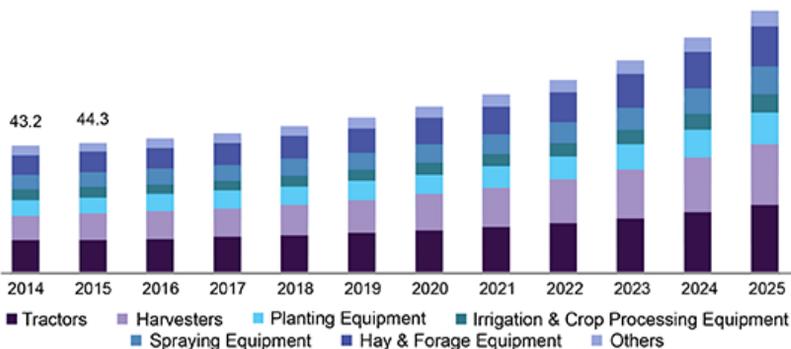
2018年全球農機產值比例



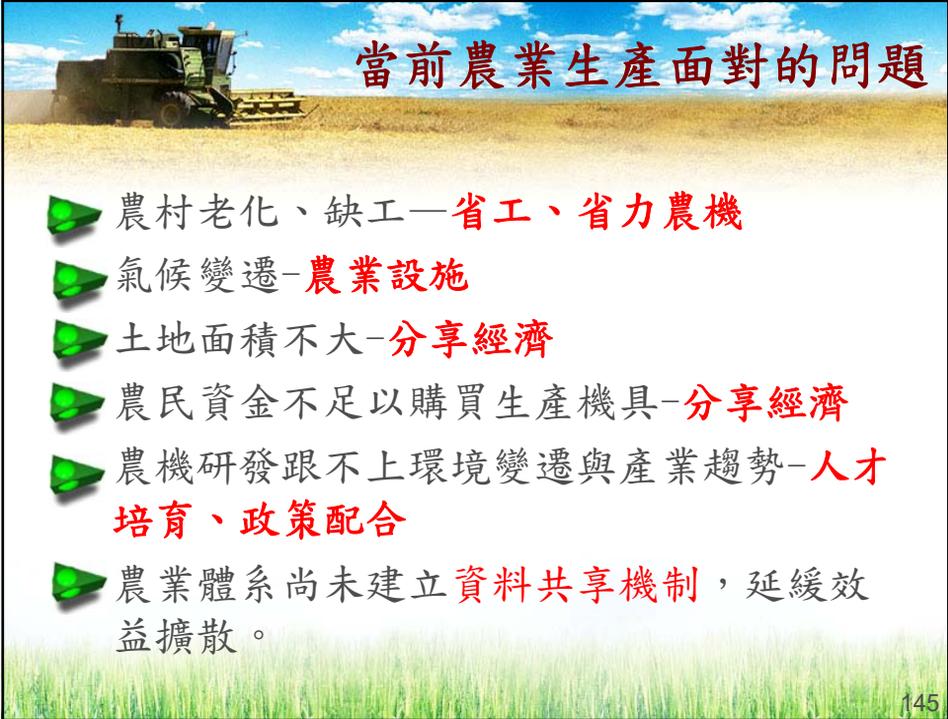
擷自農業科技產業情報站 2015/12/17 王暘杰、丁川翊

農業機械產業之市場動態與我國競爭力簡析

Asia Pacific agriculture equipment market size, by product, 2014 - 2025 (USD Billion)



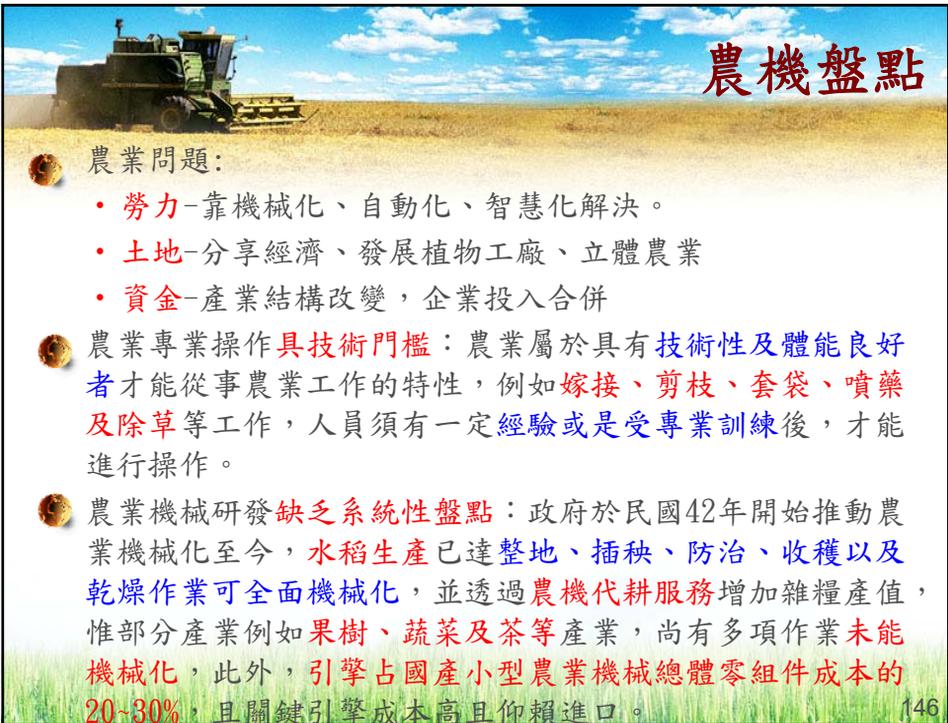
Source: www.grandviewresearch.com



當前農業生產面對的問題

- ▶ 農村老化、缺工—**省工、省力農機**
- ▶ 氣候變遷—**農業設施**
- ▶ 土地面積不大—**分享經濟**
- ▶ 農民資金不足以購買生產機具—**分享經濟**
- ▶ 農機研發跟不上環境變遷與產業趨勢—**人才培育、政策配合**
- ▶ 農業體系尚未建立**資料共享機制**，延緩效益擴散。

145



農機盤點

● 農業問題：

- **勞力**—靠機械化、自動化、智慧化解決。
- **土地**—分享經濟、發展植物工廠、立體農業
- **資金**—產業結構改變，企業投入合併
- 農業專業操作具**技術門檻**：農業屬於具有**技術性及體能良好者**才能從事農業工作的特性，例如**嫁接、剪枝、套袋、噴藥及除草**等工作，人員須有一定**經驗或是受專業訓練**後，才能進行操作。
- 農業機械研發**缺乏系統性盤點**：政府於民國42年開始推動農業機械化至今，**水稻生產**已達**整地、插秧、防治、收穫以及乾燥作業可全面機械化**，並透過**農機代耕服務**增加雜糧產值，惟部分產業例**如果樹、蔬菜及茶**等產業，尚有多項作業**未能機械化**，此外，**引擎占國產小型農業機械總體零組件成本的20~30%**，且**關鍵引擎成本**高且仰賴進口。

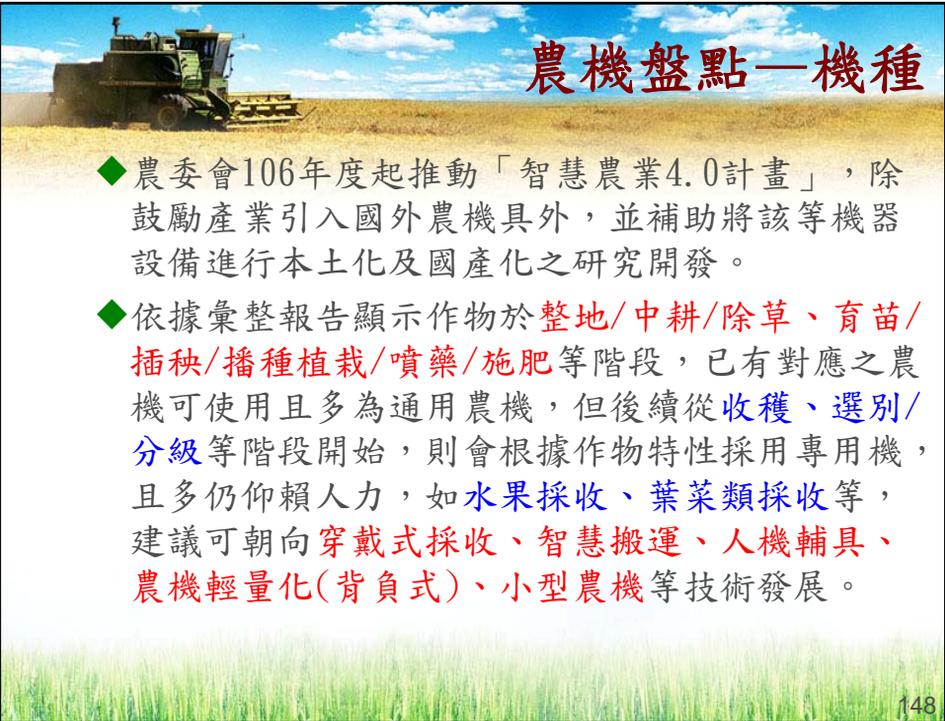
146



農機盤點—機種

- 農委會雖曾於105年5月針對我國26種重要作物之農機需求，盤點44項列為優先研發項目，惟產業需求急迫性及國產農機共通性等需求，未曾有通盤性、系統性及持續性之盤點。
- 由政府研究資訊系統(GRB)蒐集99年至103年農業機械相關研究計畫進行技術盤點，顯示我國農業機械主要研究項目為
中耕機21% 噴霧機21% 收穫機13%
移植機10% 灌溉排水系統10%
其餘的研究項目包含割草機、施肥機、曳引機、耕耘機以及插秧機，也都有相關計畫投入。

147



農機盤點—機種

- ◆ 農委會106年度起推動「智慧農業4.0計畫」，除鼓勵產業引入國外農機具外，並補助將該等機器設備進行本土化及國產化之研究開發。
- ◆ 依據彙整報告顯示作物於整地/中耕/除草、育苗/插秧/播種植栽/噴藥/施肥等階段，已有對應之農機可使用且多為通用農機，但後續從收穫、選別/分級等階段開始，則會根據作物特性採用專用機，且多仍仰賴人力，如水果採收、葉菜類採收等，建議可朝向穿戴式採收、智慧搬運、人機輔具、農機輕量化(背負式)、小型農機等技術發展。

148

農機盤點—人才

大學學系轉型

- 2000年台大更名為生物產業機電工程學系
- 嘉大更名為生物機電工程學系
- 屏東科技大學更名為生物系統工程學系
- 2001年宜大更名為生物機電工程學系
- 2002年興大更名為生物產業機電工程學系
- 2006年屏東科技大學更名為生物機電工程學系
- 2019年台大更名為生物機電工程學系

高工職轉型—目前有10所生物機電科、
4所農機科(旗山、內埔、北港、佳冬)

農機盤點—人才

至 116 年農業機械領域屆齡退休專家學者: 共退休42人

單位	107年	108年	109年	110年	111年	112年	113年	114年	115年	116年
台大生機	李允中	陳世銘	0	周楚洋 周瑞仁	葉仲基	朱元南 方 燧	林達德	0	0	0
興大生機	陳天鴻	彭錦樵	盛中德 萬一怒	陳加忠 尤瓊琦 林聖象 鄭經偉	0	謝廣文	黃裕益 王豐政 雷騰魁 謝禮丞	陳澤民 翁郁凱	0	0
嘉大生機	0	0	0	0	艾 群 洪昇利 黃文祿	林文進	0	林正亮 朱健松	洪澆祐 沈德欽	連振昌
宜大生機	0	0	0	0	0	0	吳柏青 吳剛智	0	程安邦	0
屏科大生機	0	0	0	0	李經緯	0	0	0	0	0
改良場	0	0	鄭榮瑞	邱銀珍	0	0	0	0	田雲生	0
農試所	0	0	黃禮棟	0	0	0	蔡致榮	0	0	0
農委會	0	0	0	0	0	0	白瀛洲	0	0	0
統計(人)	2	2	4	7	5	4	9	4	4	1

農機盤點—技術

以大學課程規劃探討

傳統農機	自動化	智慧科技
田間機械 機構設計 曳引機 農業動力 畜牧機械 雜糧機械 養殖機械 農產品加工工程	自動控制 機電整合 感測器技術 非破壞性檢測- 音波、影像處理 微處理機控制 電腦輔助設計 電腦輔助製造	物聯網(IoT) 無線感測技術(WSN) 大數據(Big Data) 雲端技術(Cloud) 人工智慧(AI) 智慧機械 機器學習

傳統農機課程逐漸消失

151

農機盤點—技術

零件通用化與標準化

 **標準化**是指對零件的尺寸、結構要素、材料性能、檢驗方法、設計方法、製圖要求等制定出各式各樣的標準，供大家共同遵守。與標準化密切相關的是零組件的通用化、產品的系列化。

 **通用化**是指最大限度地減少和合併產品的形式、尺寸和材料的品種，使零組件儘量在不同規格的同類產品乃至不同類產品中通用，以減少企業內部的零組件種數，從而簡化生產管理，並獲得較高的經濟效益。

 **系列化**是指將尺寸和結構擬訂出一定數量的原始模型，然後根據需求，按照一定的規律優化組成產品系列。

可將產業之上、中、下游分類，縮短製作時程、降低生產成本，增加產業靈活性。

152

產業結構重組

產業併購對於當前中國經濟結構調整和產業結構優化的意義更為深遠，是經濟內在質量提升的重要手段，也是價值創造活動的源泉。

為什麼要併購？併購對企業有什麼好處？

第一、併購能給企業帶來規模經濟效應。

第二、併購能給企業帶來市場主導效應。

第三、可以實現資源優化配置，達到資源共享，提高資源利用率。

第四、併購能使企業最低成本的實現多元化發展。

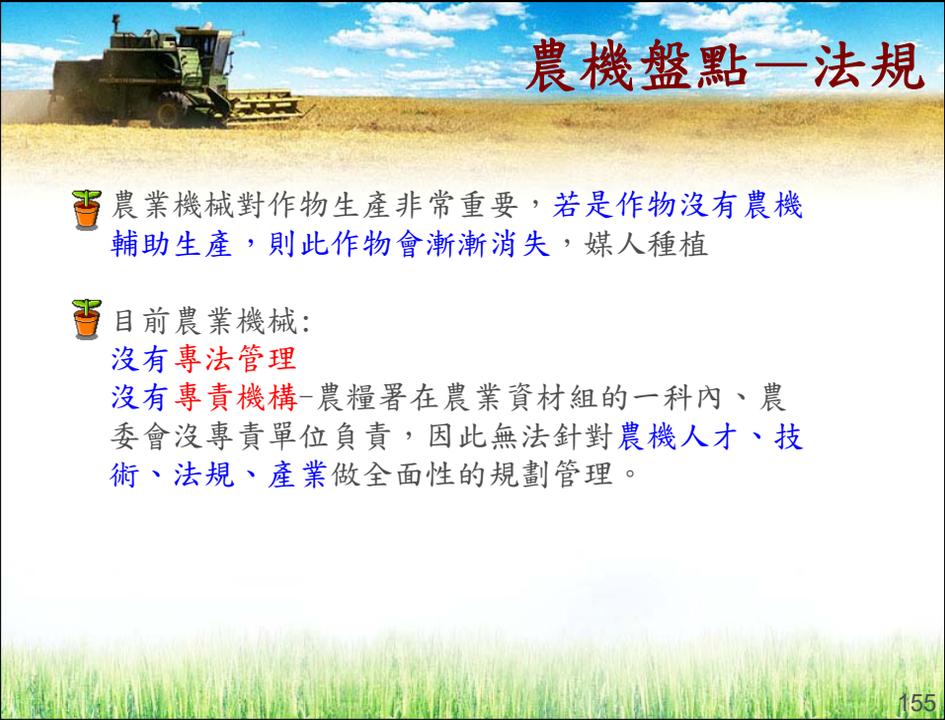
產業結構重組



CNH Global N.V.公司，是由New Holland N.V. 和Case公司合併在1999年合併而成。兩大公司合併後，其農用曳引機和聯合收割機的生產世界排名第一，工程機械生產列世界第三。



美國愛科集團（AGCO）是世界第三大農機巨頭，美國財富500強企業，集團成立於1990年，之後成功收購諸多世界知名農機企業，如：1994年收購英國福格森公司（MF），1997年收購德國分德曳引機公司（Fendt），1999年收購美國海斯頓牧草和青貯飲料機械工廠，2001年收購美國卡特匹勒挑戰者橡膠履帶曳引機工廠，2003年收購芬蘭維美德曳引機有限公司（Valtra）。



農機盤點—法規

 農業機械對作物生產非常重要，若是作物沒有農機輔助生產，則此作物會漸漸消失，媒人種植

 目前農業機械：

沒有專法管理

沒有專責機構—農糧署在農業資材組的一科內、農委會沒專責單位負責，因此無法針對農機人才、技術、法規、產業做全面性的規劃管理。

155



農機盤點—全球趨勢

目前全球農業機械產業的趨勢有下列幾點：

- ① 全球農業勞動力降低，農業機械化需求大大提升；
- ② 全球競爭情況下，消費者重視有品牌的廠商、耐用性高、以及價格低的產品；
- ③ 近年來環保意識抬頭，歐盟也針對農業機械之廢氣排放量進行嚴格把關；
- ④ 農業機械廠商逐漸財團化，導致許多大型農業機械更加集中於這些企業中，例如：曳引機、聯合收穫機、插秧機等等，使得中小型農機廠商缺乏關鍵技術及大量資金，面臨被併購的嚴峻考驗，進而影響全球農業機械整個市場需求量的變化。

156



臺灣農機的未來



智慧農業

www.biotaiwan.org.tw

全球智慧農業發展歷程

<h3 style="color: orange; margin: 0;">1980</h3> <ul style="list-style-type: none"> ▪ First commercial GIS ▪ First variable rate controller solution ▪ Commercialized use of RFID in animal tracking 	<h3 style="color: orange; margin: 0;">2000</h3> <ul style="list-style-type: none"> ▪ The term IoT was coined ▪ Introduction of cloud computing and flash drivers ▪ Evolution of smartphones ▪ LED light
<h3 style="color: orange; margin: 0;">1990</h3> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Satellite ▪ First work shop on PF at Minneapolis, U.S. ▪ Commercialized GPS ▪ Emergence of grid sampling 	<h3 style="color: orange; margin: 0;">2010 & Beyond</h3> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Big data analytics ▪ Machine-to-machine ▪ Acquisition farmland and retail ▪ Decision-support system ▪ Sensor/gateway analytics

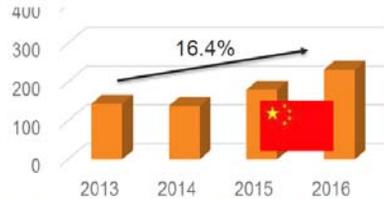
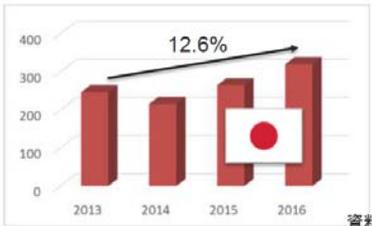
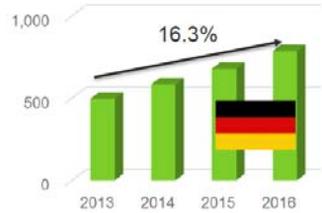
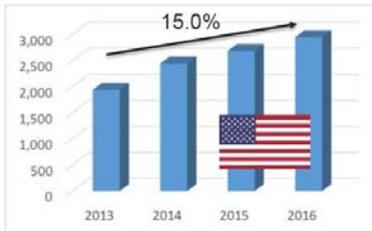
資料來源：MnM

臺灣經濟研究院 Taiwan Institute of Economic Research

2 160

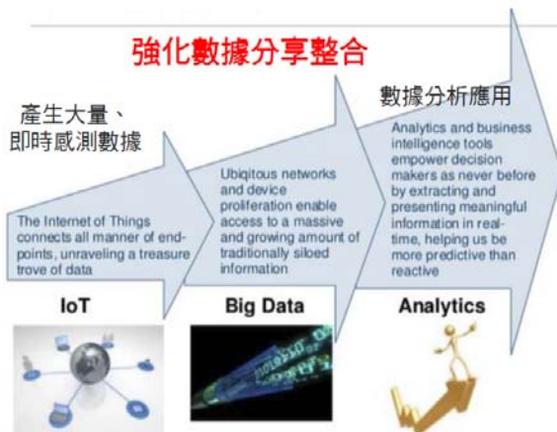
主要國家智慧農業市場規模

單位：百萬美元



資料來源：MnM；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理

現階段美國智慧農業發展重點



德國智慧農業相關政策

pre agro II

- 時間：2004-2008
- 目的：精準農業之應用開發
- 方法：資訊技術的開發建立並且尋求改善將精準農業的導入條件及門檻。
- 內容：導入精準農業，針對地理位置及環境因素等提供農業所需之解決方案。

iGreen

- 時間：2009-2013
- 目的：資訊決策模式開發
- 方法：資訊流通方式設計；引入ISOBUS，統一資料規格。
- 內容：透過資訊串流模型的設計，整合農機設備商及管理顧問，使精準農業確實落實。

資料來源：pre agro-Abschlussbericht 2008、iGreen Abschlussbericht；台經院生物科技產業研究中心整理。

163

iGreen

數據標準化

- 提供使用者標準化且涵蓋整個行業的智慧技術連結以及與資料數據相關且一致協同的各項服務。

確保數據主權

- 使各企業獲取相關領域之知識及電子商務相關之資訊，同時確保地區性資料數據的主權。

農作物為主

- 首要應用示範領域是作物的栽種，因為作物栽種與空間及時間的資訊有非常重要的關係。



資料來源：iGreen Abschlussbericht；台經院生物科技產業研究中心整理。

164

德國推動智慧農業的障礙瓶頸

障礙瓶頸	因應對策
如何將精準農業概念實際投入生產應用	替地域及狀況分析等重要問題部分，提供特殊的解決方案，並且尋找將精準農業概念引進實際應用的先決要素。
輔助決策之資訊串連不足	建立及推動在地化的服務與知識網絡，並連結分散、互異、公開的資訊來源。以ISOBUS作為基礎來開發結合各種資訊流的決策工具。

未來發展方向

- 透過相關單位(如德國農民協會)推廣iGreen成果，藉此提高市場接受度。
- 與電信業者合作推廣，如德國電信提出的Farming 4.0。

資料來源：pre agro-Abschlussbericht 2008、iGreen Abschlussbericht；台經院生物科技產業研究中心整理分析。

日本智慧農業相關政策

高度情報通信
ネットワーク
社会形成基本
法（IT基本
法）施行

- 內閣府2001/1
- 設置IT綜合策略本部
- 迅速推動促成高度資通網路社會的重點政策

世界最先端IT
国家創造宣言
9,570億円(2015)

- 內閣府2013/6/14
- 藉由IT綜合策略本部及政府CIO資訊長，打破省廳的縱向斷層，整個政府橫向串聯，向IT政策邁進
- 2020年實現「世界最高水準的IT利/活用社會」

農業情報創
成・流通促進
戰略
119億円(2015)

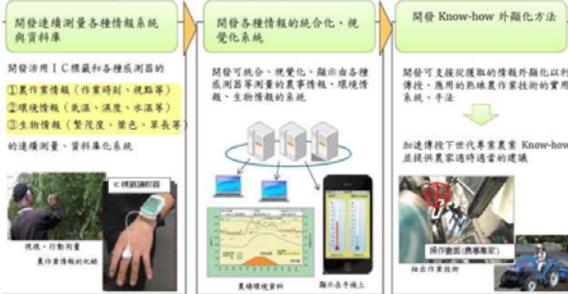
- IT綜合策略本部2014/6/3
- 推動以AI（Agri Informatics）農業資訊學為核心的Made by Japan 農業

資料來源：內閣府(2014)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理

智慧農業推動主軸：以AI農業資訊學為核心

- 目的：讓農事專家的生產技術（專業知識、經驗法則）可傳授至其它農家
- 作法：監測紀錄農事專家Know-how資訊，運用資訊科學進行資料探覬（data mining），即內隱資訊外顯化

將今後可能急遽失去農事專家所具備的「職人技巧」（專業知識 Know-how）外顯化，確保可傳授於其他農家或新加入者。



資料來源：農林水產省(2015)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理

日本推動智慧農業的障礙瓶頸

障礙瓶頸	對策
成本	<ul style="list-style-type: none"> 農業整體產業規模小，導入成本難以降低，使得小規模農場難以投資 成本效益評估 降低開發成本：標準化、利用現有技術、活用現有零件
維護	<ul style="list-style-type: none"> 系統複雜，易導致維護次數增多與成本增加 開發時強化穩定性、耐用性 活用現有零件
推廣	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏農民導入與運用之支援 充實各地區精通智慧農業的支援人才
智財	<ul style="list-style-type: none"> 農家Know-how上傳誘因、網路化或雲端化易造成資料外洩 建立農家Know-how智慧財產管理制度 健全資安措施
安全	<ul style="list-style-type: none"> 需確保農用機具使用上的安全性 制定安全規則 安全規格標準化
通用	<ul style="list-style-type: none"> 不同系統間資料難以互用 數據資料標準化協定

資料來源：農林水產委員會調查室(2014)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理分析



各國無人機應用

★位於**南非**的**Aerobotics**使用**常規衛星圖像**和**無人機飛行**來**監測作物**，並警告用戶果園中潛在的風險，可準確的統計包括**樹木健康狀況**，**樹木數量**，**樹木尺寸**和**樹冠面積**等數據。

★**美國**-**American Robotics**公司是美國一家專注於農業自動化的**無人機**開發公司。預先設定的時間按需飛行，自動處理和上傳蒐集到的數據到雲端，使用團隊專利算法，智能和有效地**監測農田**和**識別作物各項指數**。提供多種**植被指數**、**數據類型**和**作物分析**，及早發現和糾正植物威脅。

★**美國**的**Cainthus** 公司在每個**穀倉**大約安裝**20個攝像頭**，平台可對**牧群**進行**全面的分析**和**可視化的數據**採集，在短短幾秒鐘內，其成像技術就可以識別和記憶單個**奶牛的獨特特徵**，如它們的**皮毛圖案**、**耳標**和**面部特徵**。每隻動物都安裝有傳感器，該公司的技術每秒捕捉10張圖像，每隻動物每天總共捕捉864k個數據點，根據這些數據點繪製出每個奶牛一天的“**姿態**”變化，農戶也可以依據這些可視化數據來跟踪奶牛乃至整個**農場的生產力**。

169



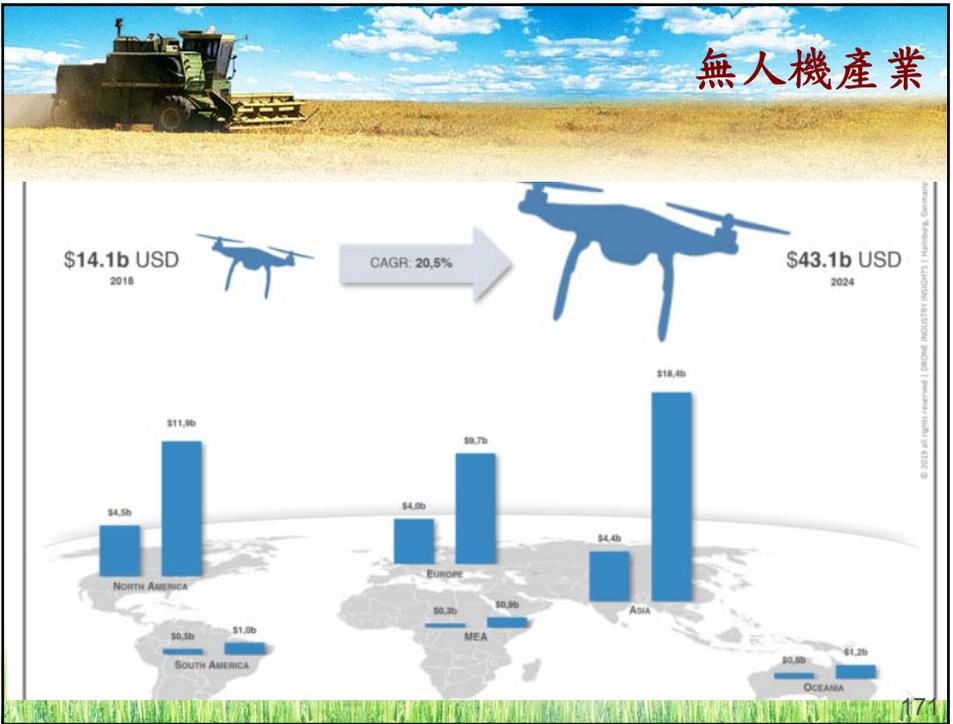
各國無人機應用

★**英國**-**Hummingbird Technologies**是一家**人工智能**公司，利用**衛星**、**無人機**、**飛機**和**機器人技術**的**圖像**和**數據分析**，以及專有算法，為農民提供**農作物在關鍵決策節點的高分辨率地圖**。蜂鳥採用最先進的**機器學習**和**計算機視覺技術**，直接向農戶提供**田間作物健康**方面的可操作建議。

★**美國**- 2018年底，**Indigo Agriculture**收購了**TellusLabs**，稱該公司為“**世界糧食供應狀態的活地圖**”。**TellusLabs**建立了自己的**衛星圖像分析平台**，最初的目的是向大宗商品交易商、政府和保險公司等**非農業客戶銷售數據**。公司依靠各種中分辨率和粗分辨率衛星，使用**機器學習**算法，通過實時跟踪農場管理決策和農藝參數(包括**農田邊界**、**作物類型**、**種植**和**收穫日期**以及**作物的總體表現**)來**預測全球作物產量**。

170

無人機產業



農業機械人



農業機器人應用領域及種類農業機器人可以應用到農業生產過程的方方面面。按照機器人作業空間劃分，可分為農業室內機器人和農業室外機器人，室內機器人主要應用在溫室以及大棚等場景中，主要包括室內收穫機器人和溫室自動化控制系統；室外機器人可應用到大型農田、牧場等環境中，主要包括無人機、收穫和牽引車、苗圃作業機器人、噴灑和除草機器人、水果採摘機器人等。



按照農業生產流程，可分為播種、種植、採摘、除草以及施藥機器人。按照農業管理類別可分為收穫、採集管理機器人、田間（野外）辨識機器人、奶牛場管理機器人、土壤管理機器人、灌溉管理機器人、修剪管理機器人、天氣追蹤及預報管理平台、庫存管理平台等。

除此之外，還包括一系列農林產品包裝、農業物流等農業自動化軟硬件平台。



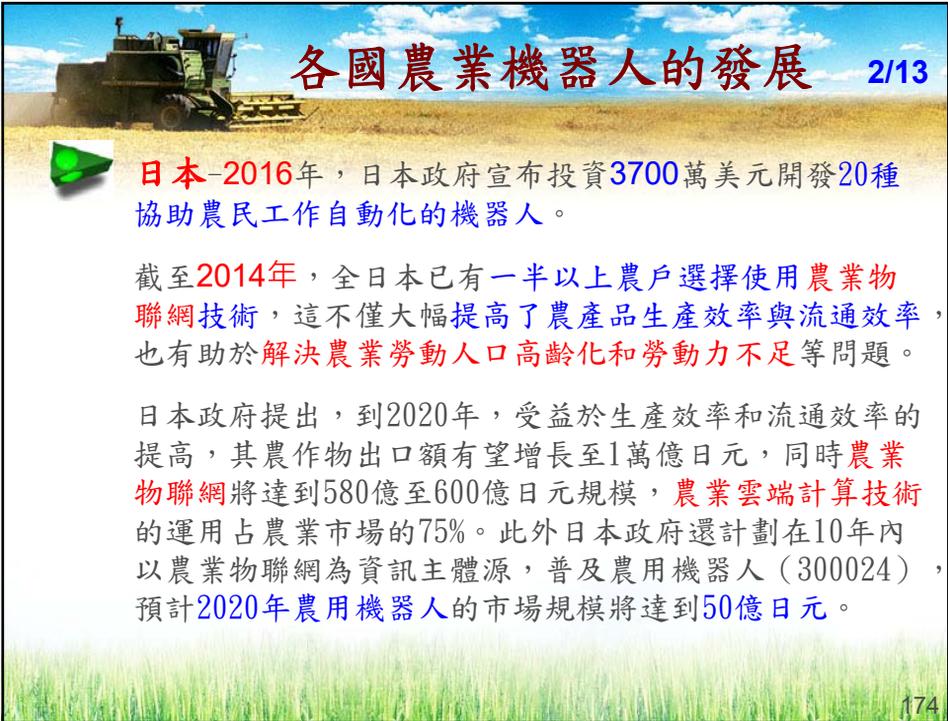
各國農業機器人的發展 1/13

中國-2018年，一個為期7年的農業機器人試點項目在中國江蘇省啟動，試點項目希望通過**機器人**來取代農戶的工作，該項目主要應用了**無人拖拉機**、**無人農藥噴灑機**、**無人水稻插秧機**等，而這些技術都是尚未在中國普及的。

美國-2018年，美國農業部(USDA)國家食品和農業研究所(NIFA)宣布通過國家機器人聯合計劃(NRI-2.0)支持在農業領域研發和使用協作機器人。

法國通過其國家農業和研究機構IRSTEA，已於2017年11月宣布創建加速器項目“**RobAgri**”，它的目標是“**強化未來機器人的概念、驗證和傳播**”。**RobAgri**是世界上最大的關於這一主題的政府項目之一，它召集了近50個公共和私人利益相關者，以推動一個充滿活力的集體構想出**適合農民和市場需求的機器人系統**。

173



各國農業機器人的發展 2/13

日本-2016年，日本政府宣布投資**3700**萬美元開發**20**種協助農民工作自動化的機器人。

截至**2014**年，全日本已有一半以上農戶選擇使用**農業物聯網**技術，這不僅大幅**提高**了農產品生產效率與流通效率，也有助於**解決**農業勞動人口**高齡化**和**勞動力不足**等問題。

日本政府提出，到2020年，受益於生產效率和流通效率的提高，其農作物出口額有望增長至1萬億日元，同時**農業物聯網**將達到580億至600億日元規模，**農業雲端計算技術**的運用占農業市場的75%。此外日本政府還計劃在10年內以農業物聯網為資訊主體源，普及農用機器人(300024)，預計**2020**年農用機器人的市場規模將達到**50**億日元。

174

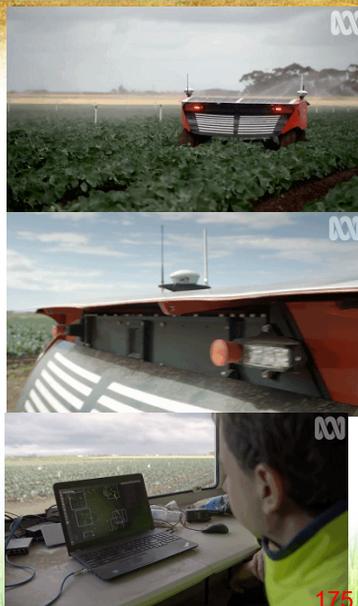
各國農業機器人的發展

3/13

澳大利亞生產力委員會稱未來增長「可能取決於通過應用最先進的設備，改變生產潛力」

澳大利亞現場機器人技術學院 (ACFR) 的專家正在進行「**RIPPA™** (智能感知和精確應用機器人)」試驗

RIPPA是一種完全自主的機器人，每天可以通過太陽能充電可操作30畝土地，在相當於4個足球場的發現和消滅害蟲和雜草



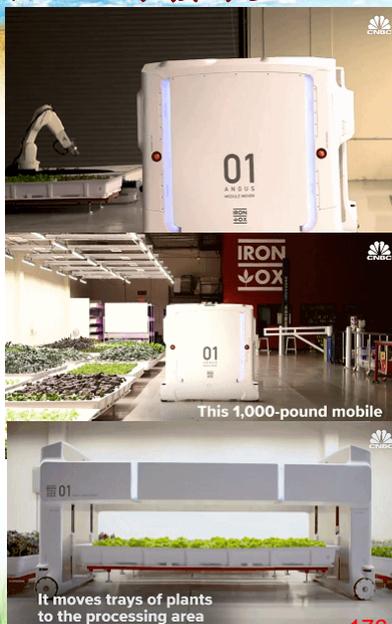
175

各國農業機器人的發展

4/13

Iron Ox美國初創公司在加利福尼亞州聖卡洛斯市創建了一個無人農場，僅依靠兩個機械人來種植，照料和收穫農產品。

其中一個機械人是450多公斤，相當於是一輛汽車的大小，植物成熟之後，它將拾起植物的托盤，將其運送到加工區域



176

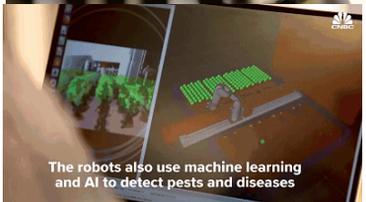
各國農業機器人的發展

5/13

Iron Ox **美國** 初創公司第二台機器為一個機械臂，負責所有精細操作任務，如播種和移植。

Iron Ox的機器人還使用**機器學習**和**AI**來**檢測病蟲害**，他們可以在病蟲害爆發之前，移除受感染的植物。

創始人聲稱**Iron Ox**機器人農場與傳統農場**土地利用效率提高30倍**，他們最終的使命是將這些**非轉基因**和**無農藥**產品像傳統農業一樣便宜



177

各國農業機器人的發展

6/13

多功能獨立機器人(2'54")可連接各種農業，並取代農業曳引機**SITIA**和**Irstea**公司聯合開發了一款**PUMAgri**機器人，分**混合動力柴油機動力型**和**電動機型**，計劃向園藝師和葡萄種植者銷售。它可以**連接各種類型的農業工具**。它通過**感測器**和**3D相機**自動引導進行作業，所以，要比農業曳引機作業更精準。



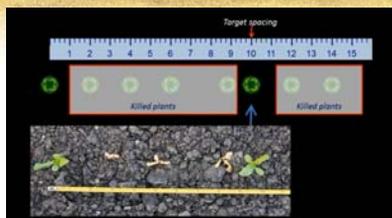
178

各國農業機器人的發展

7/13

噴灑和除草機器人 (1'03")

Blue River利用機器視覺和機器學習技術開發植物/雜草定位機器人，並可根據情況對每顆識別的植物進行管理（依情況“決定”是否噴藥）。公司曾榮獲美國農業與生物工程師學會最具創新的50家農業公司，並被Inc. Magazine 評為2017年25家最具顛覆性的公司。2017年，**Blue River**被全球最大農業機械製造商**John Deere**公司以**3.05億美元**收購。



See & Spray

cotton test - 0.5 mph
December 2016

BLUERIVER
TECHNOLOGY 179

各國農業機器人的發展

8/13

法國朗克河畔普勒迪安29歲的農民 **Antoine Boixiere**在他的農場引入機器人，可以通過智慧型手機控制操作。這款機器人可以加工飼料，給牛添加飼料，還可以擠奶。

AGRowBot主要可以用來在土地或是空中平台上種植農作物。

AGRowBo通過三個影像感測器，能夠識別雜草、害蟲、疾病和植物生長狀況，可提供即時監控，在適當的時候提醒農民是時候除草或是澆水，而它自身也可以針對作物需求使用化肥和農藥，省工省錢。



180

各國農業機器人的發展 9/13

 **日本**家電大廠Panasonic對智慧農業興趣濃厚，除發展農業工廠技術外，也研究**野外菜園果園收割作物**的技術，其中一項產品是**番茄自動採摘機**，相關技術從2015年開始測試，到2018年，準確率提升為50~60%，預計2020年可以提高到85%以上，並讓**作業速度增加250%**，越過商業化上市的門檻。



181

各國農業機器人的發展 10/13

 **Traptic**開發的**自動化草莓採收機器人Ceres**具備可同時作業的多重機器手臂。

 **Traptic**推出專屬的**自動化草莓採收機器人**，結合**3D視覺系統**、現有的機器手臂、**客製化夾爪(gripper)**，評估初期可**填補勞動力缺口**，未來並將應用於採收瓜類、柑橘、甜椒等作物，最終則將取代人力，協助全球食物供應鏈**拓展作業規模**、**減少收成浪費**、**提升作物品質**。

182

各國農業機器人的發展 11/13



荷蘭代爾夫特理工大學研究人員展示這種名為DelFly的蜜蜂機器人



在該大學新成立的Robohouse研究中心，科學家複製了果蠅的一些複雜的翅膀運動模式和空氣動力學特性。研究人員相信，他們將能夠創造出成群的類似蜜蜂的無人機，在現實世界的昆蟲滅絕後為植物授粉。

DelFly Nimble

183

各國農業機器人的發展 12/13



以色列Sweeper展示了第一個自動採收果實的機器人，順暢的採集成熟的黃椒。雖然目前的成功率只有62%，比人類農夫還低，但這機器可以替代人類的勞力，免去重複性勞動的疲勞與傷害，攀爬果樹的危險，填補勞動力高齡化的缺口，並且讓人類農夫做附加價值更高的工作，例如育



184

各國農業機器人的發展

13/13

 **台灣** 嘉義大學研發自走式植保機器人，整合影像辨識技術、深度學習與自走機器人、建立甜椒病蟲害影像資料庫，並藉此資料庫，開發病蟲害影像辨識及機器手臂定位系統，再將影像圖檔資料庫導入深度學習，以提高病蟲害影像辨識率，同時整合系統於植保機器人，提供病蟲害辨識及定位資訊，導引機械手臂對甜椒葉感染部位進行精準的局部施藥防治。



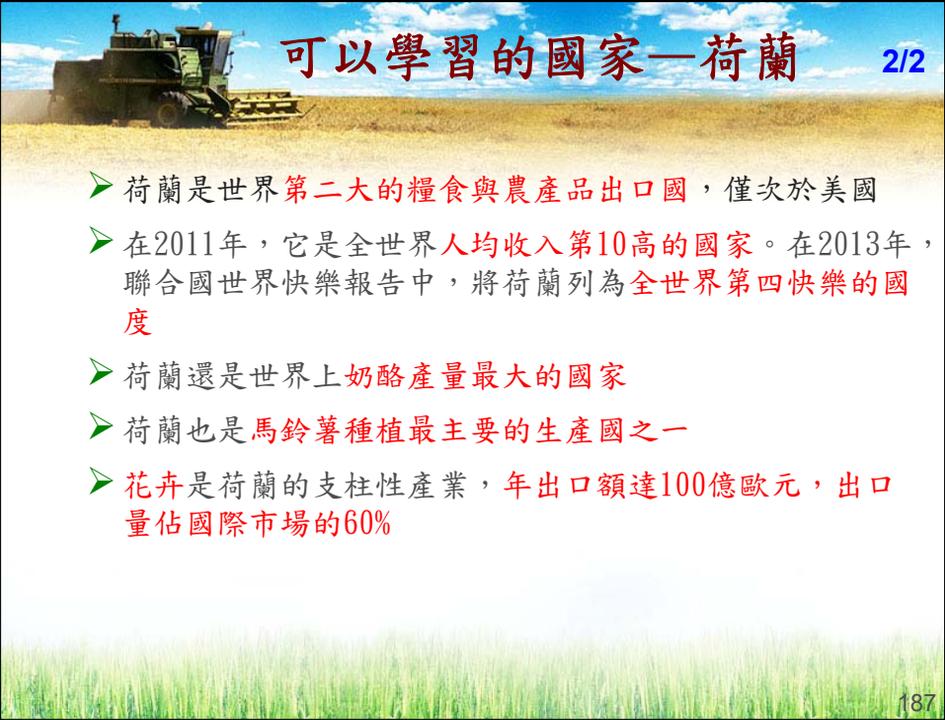
185

可以學習的國家—荷蘭

1/2

	台灣	荷蘭
土地面積(平方公里)	36,000	41,500
總人口	23,000,000	17,291,000
人口密度(每平方公里)	650人	406人
年均溫	24.56°C	10°C
緯度	22度至25度	44度至46度
年降雨量	2500公釐	650~600公釐
農業產值佔國內生產總值	初級產業 2% ，與相關產業所創造之附加價值達11%	2%
農業構成	農林漁牧占農業總產值之比率各為 農51.16% 、 林0.05% 、 漁16.96% 及 牧31.84% 。	畜牧業佔50%，園藝業佔38%，種植業佔12%
國土分析	一百公尺以下的面積僅佔全島面積30%	荷蘭大部分為 低地平原 ，全國1/4地方海拔不到1米，1/4土地低於海平面

186



可以學習的國家—荷蘭

2/2

- 荷蘭是世界第二大的糧食與農產品出口國，僅次於美國
- 在2011年，它是全世界人均收入第10高的國家。在2013年，聯合國世界快樂報告中，將荷蘭列為全世界第四快樂的國度
- 荷蘭還是世界上奶酪產量最大的國家
- 荷蘭也是馬鈴薯種植最主要的生產國之一
- 花卉是荷蘭的支柱性產業，年出口額達100億歐元，出口量佔國際市場的60%

187



技術提升

★ 運用農業機械及土壤資料庫、地理資訊系統、專家系統、全球定位系統、遙測技術、自動化農業機械操作系統，整合為大數據分析平台、建立整合性物聯控制模組，除了可簡化農地耕作管理，並針對農田及植栽環境的變異給予最適當的耕作決策與處理，以減少資材之耗費，增加收益及減輕環境衝擊。

★ 智慧農機研發—將資料感測與擷取系統加裝上去

188

❁ 大數據背景下農機行業該如何發展

- ◆ 隨著大數據時代的來臨，**資訊**已經和**能源**、**資材**等共同成為驅動農業發展的三大戰略資源。
- ◆ 開發智慧農機，利用**遙感**、**傳感**等技術手段，採集農業**地理**、**土壤**、**氣候**等各個方面的資訊，並運用**大數據技術**，通過**歸類**、**分析**等實現資料的共用和應用。再將這些資料作為**農業機械操作的決策依據**，幫助實現精準的農業種植和養殖。
- ◆ 例:可以根據**土地的肥力**等因素，進行**變數播種**、**變數施肥**、**變數噴灌**等，大大減少了農業資源的浪費，節約了成本。也可以用資料分析的結果為農業機械的操作提供決策。
- ◆ 可仿日本**WAGRI**大數據平台

- ◆ 以**採收作業**為例，運用資訊技術，不需要人工對作業的場地進行測量，只需通過**GPS**的**定位**就可以得出農業機械的**運動軌跡**，把經緯度進行計算，在**大數據分析技術**的支援下，對參與採收作業的機械的**行駛速度**、**割台**、**脫粒**等零部件的參數進行**動態優化**配置，從而**降低收割物的掉籽率**、**機械故障率**。
- ◆ **農機服務需求強烈**:農業機械服務涉及範圍廣泛，除了農業生產活動，一般還包括**研發**、**零部件製造**、**農業機械製造**等，**機耕**、**機播**、**機收**等各類農機作業服務，以及**農機維修**、**技術**、**租賃**等衍生服務。如:各縣市的**機耕協會**，可以透過**IoT**、**Bigdata**來整合**農業機械資源**、**地理**、**土壤與氣候**條件，利用**資源分享**來提高農業生產的效率與品質。



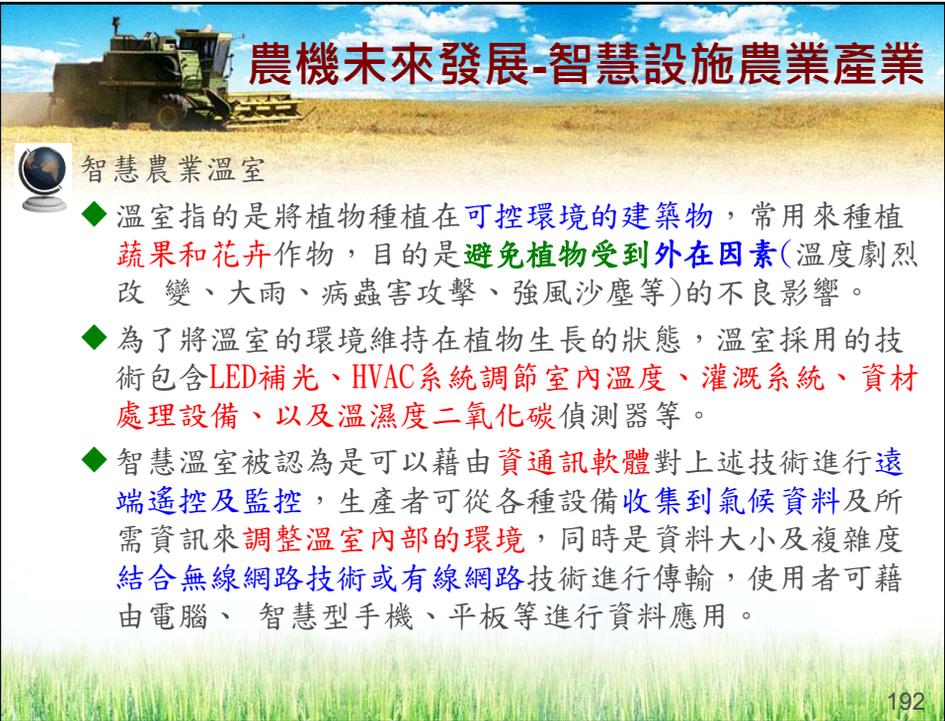
農機未來發展



為農業機械資訊化制定**產業標準**：

- ◆ 政府一定要結合實際，為農產業量身定做**產業鏈標準**，如**統一資料格式、編寫資料介面規範**等。通過引入**大數據、雲計算**等技術，將**農業機械的作業資訊**與**農業地理資訊、氣候資訊、土壤資訊**等有機結合起來。
- ◆ 加強**跨領域人才**的建置：將**作物生理、農業機械化**和**資訊技術**有效結合，必須加強**複合型人才**的培養。要進一步加強**農業機械化新技術、新裝備**的研發力度。
- ◆ 農機**零部件技術創新**場大-需先完成**零件標準化、輕量化、施工方便**、全面實施**智能化改造**，完成**綠色環保體系**建置

191



農機未來發展-智慧設施農業產業



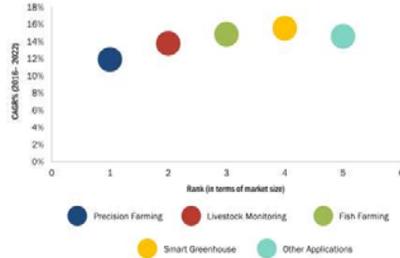
智慧農業溫室

- ◆ 溫室指的是將植物種植在**可控環境的建築物**，常用來種植**蔬果和花卉**作物，目的是**避免植物受到外在因素**(溫度劇烈改變、大雨、病蟲害攻擊、強風沙塵等)的不良影響。
- ◆ 為了將溫室的環境維持在植物生長的狀態，溫室採用的技術包含**LED補光、HVAC系統調節室內溫度、灌溉系統、資材處理設備、以及溫濕度二氧化碳偵測器**等。
- ◆ 智慧溫室被認為是可以藉由**資通訊軟體**對上述技術進行**遠端遙控及監控**，生產者可從各種設備**收集到氣候資料**及所需資訊來**調整溫室內部的環境**，同時是資料大小及複雜度**結合無線網路技術或有線網路技術**進行傳輸，使用者可藉由電腦、智慧型手機、平板等進行資料應用。

192

全球溫室農產品市場規模

- 根據TechNavio (2013)預估全球溫室生產的園藝農產品之市場(greenhouse horticulture market)規模產值會從2012年約220億美元成長至2016年約230億美元；全球市場平均年複合成長率為10.1%。
- 市場主要驅動因素包含：
 - 食物需求提升
 - 園藝設施的創新
 - 可栽培作物可行性的提升
 - 有效控制損失
- 在智慧化的部分，智慧溫室從2016-2020年將以年複合成長率16%成長



資料來源：MarketsandMarkets (2016)、萬鍾汶 (2015)

全球智慧溫室各產品分析

硬體與網路平台

- 感測裝置(Sensor Monitoring Systems)
- GPS/GNSS 定位系統
- 網路元件(Network Elements)

周邊服務

- 管理服務(Managed Services)
- 輔助系統(Assisted Professional Services)
- 系統整合(System Integrators)
- 主機託管(Hosting Services)
- 連線服務(Connectivity Services)

軟體系統

- Local/Web-Based
- 雲端運算(Cloud-Based)

資料來源：Annual Reports、Experts' Interviews、Investor Presentations、Scientific Journals、MnM；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

全球智慧溫室歷年市場規模分析



資料來源：MnM智慧溫室公司年報、；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

設施農業智慧化模式

利基型-農民簡單使用、開發成本低，可解決部分生產問題

- 西班牙Libelium、希臘Mobics公司

模組型-農民可依照需求使用不同獨立功能，功能彼此可串接

- 荷蘭甜椒自動採收機器人、荷蘭Multiple Imaging Plant Stress、研華WebAccess圖控軟體、德能科研智慧溫室監測系統、向陽優能電力公司

平台型-提供平台供農民使用，開發者收集數據強化平台功能

- 歐盟FI Space

整合型-高資金需求、全方位服務(Total Solution)

- 北京國家農業物聯網應用示範工程、天津農業物聯網區域試驗工程、資策會智慧環控系統、景澤生物科技

解決土地問題

1/3

魚菜共生無土栽培-魚菜共生

(Aquaponics) 是一種新型的複合耕作體系，它把水產養殖(Aquaculture)與水耕栽培(Hydroponics)這兩種原本完全不同的農耕技術，通過巧妙的生態設計，達到科學的協同共生，從而實現養魚不換水而無水質憂患，種菜不施肥而正常成長的生態共生效應。

無土栽培-無土栽培是一種不用天然土壤而採用含有植物生長發育必需元素的營養液來提供營養，使植物正常完成整個生命週期的栽培技術。它包括水培、霧(氣)培、基質栽培。無土栽培一般可種植蔬菜、花卉、水果、煙葉等農作物。



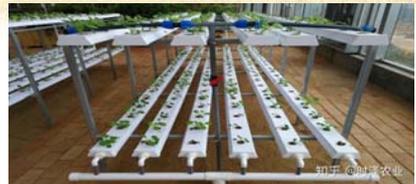
197

解決土地問題

2/3

多層水培

多層水培以水作為作物生長的主要載體，同時配以營養液來給作物提供生長所需的養分，該模式栽培設施封閉性、保溫隔熱性好，而且純水培培養，非常適合現場直接採摘食用。



A字架栽培

結構呈A字形分佈，有利於作物的採光



198



專業及企業化經營，是未來農業發展的必然趨勢，新化鎮農會食用甘藷產銷班成立於民國80年，推動新化鎮地方特產甘藷(地瓜)的生產、加工、研發和銷售，陸續研發推出地瓜新產品，並在政府單位輔導下，創立了一個代表台灣地瓜形象的「瓜瓜園」品牌，成功推動新化鎮的精緻農業，產銷班班長邱木城先生並於84年獲得全國十大神農的殊榮。



於94年登記設立「瓜瓜園企業有限公司」，該產銷班成立初期，推廣面積約10公頃，班員僅10餘人，目前推廣面積已達一千公頃田地、六百多位農民，並導入產銷履歷資訊系統，備受市場肯定。

願景-政策建議

- ◆ 成立專屬農機政府組織及研發、製造單位:仿日本、韓國、中國大陸有**專屬的農業機械研究院(所)**
- ◆ 政府宜規劃**產業發展方向**，以利**企業建立營運模式**
- ◆ 政府應建立規則，做好**基礎建設**：以噴藥無人機為例。
- ◆ 將**智慧農業機械**納入農機補助對象。
- ◆ 由政府協助**調查海外市場需求及趨勢**，以利企業研擬策略。
- ◆ 仿當年**兩兆雙星**，五間大學每年提供**兩位師資**，專授**農業機械專科課程**



感謝聆聽