

資訊電子工業的技術管理

主講人：章育 駒
工業技術研究院
電子工業研究所

5/6/1985

✱ 原擬於 1985.6.1 之 苗造中工會慶祝工程師節大會上作專題演講。
後主因時方因素而未成行。

資訊電子工業之技術管理

一 前言

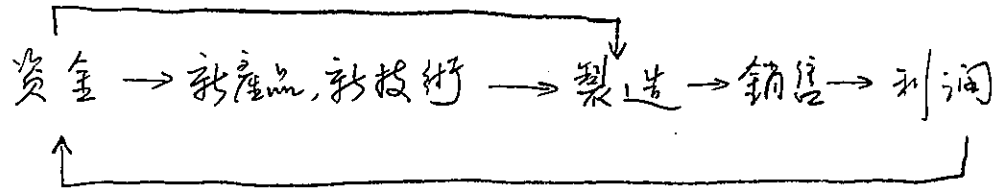
今天主要要談的是“以技術為基礎的公司 (Technology-Based Company) 的技術管理”，因為本人不是專門研究管理的人，對於以技術為基礎的公司沒有一般性的研究，所以只能擴大範圍為資訊電子工業之技術管理，所談的東西或許是資訊電子工業的特質，或許是以技術為基礎的公司的一般性特質，不論如何，本人僅是以十年來從事此一方面的工程心得做一報告，向各位工程界的前輩先進請教，希望有拋磚引玉、互相切磋的效果。

資訊電子工業二十年來急速成長，被視為高技術工業之一 (High-Tech Industry)，經營管理這樣的公司，有許多地方異於以製造或銷售為基礎的工業，沒有工程技術背景的管理學院畢業生很難於成功的管理這樣的公司，因此工程科技人員給予适度之管理訓練後，才是最佳的管理人選。因此我們工程人員應該承認這一特質，平日除了加強自己在相關性技術的廣度與深度之外，還要多注意管理上的問題，發展自己在管理方面的才能，將來才有機會擔任重要的角色。

許多管理的職能是相當一般性的，即不論是技術公司皆是一樣，而技術公司，在生產、銷售、財務管理也都有特質存在，在此都不談，只著重在技術管理這一功能。

二. 資訊電子業的特質

企業的根本在資金與人才，投經公司的資金與流轉模式應該是這樣的：



資金當然也可來自外部，如同風險投資家 (Venture Capitalist)，銀行，股票市場或被大公司吸收 (Acquired)，但基本上均需以新產品，新技術取得資金。

特質一 公司的基礎建築在新產品或新技術上。

特質二 產品的市場成長率極高。

平均起來說，年成長率在 15-20% 左右，在某些領域，如積體電路有 20-25%，個人用電腦有 30-35%。

特質三 競爭激烈，新產品不斷推出，產品生命期短。

64K DRAM 有 25 家左右的公司生產，三年的成熟期即被 256K DRAM 取代。價格年滑落率接近 70%。

特質四 技術需要不斷的精進。

參看圖一，IC 技術的演進。另一個例子，Disk。

特質五 相同的应用領域有不同的新技術在競爭。

如 LAN, Voice/Data PABX 競爭辦公室自動化。

如 Optical Disk, Magnetic Disk 競爭 Secondary Memory。

如 GaAs, Si 競爭 High Speed VLSI。

如 LCD, Plasma Display, Flat CRT 競爭 Display 市場。

特質六 新發明至創新產品的时间急速縮短。

參看圖二。

特質七 市場特性較難捉摸，產品定義不易。

如早期的人人電腦，甚至於 IBM PC Junior。

如現在的 Voice/Data Workstation。

特質八 工程師佔員工的比率很高。

不僅在新產品，新技術部門工程師比率很高，就是在製造部門和銷售部門也有很多工程師。

以上的特質並不是說新產品、新技術是資訊電子公司唯一該重視的事情，也不是說新產品、新技術在資訊電子公司扮演主宰成敗的角色 (Dominant factor)，而是說資訊電子公司必須時時注意新技術發展所帶來的機會或威脅，未能及時地在市場上推出具有競爭力的新產品，往往造成破產的厄運，所以高科技代表高風險 (High tech means high risks)。

Dr. Simon Ramo 曾有一段話，有力的說明了技術公司的特質：

[Every] corporation is an intricate system of people, machines and facilities. It is a marvelous network of flows of information, money, material and products. It has

myriad connections with the outside world through which a pattern of ... influences is communicated. If it is, moreover, a technological corporation, then it is even more marvelous and complex and also more dynamic and puzzling. Its laws and nature are even more intriguing and challenging to observe and understand. Now the very heart of the corporation's activity — the development, production, and marketing of technological products — is in constant disturbance as a result of scientific discovery and technological advance.

基於以上所說的特質，資訊電子公司一定有一技術發展部門，也一定要有一套長短程的製程與產品發展策略，而這個策略却是時時需要變化的。

在資訊電子業，我們看到最多的新公司如雨後春筍般出現，我們也看到最多的公司如肥皂泡泡般消失，他們的失敗的因素當然形形色色，根究起來，或多或少都与技術策略有關。

三. 技術策略的擬訂

在資訊電子業，技術策略影響整個公司的企業策略 (Business Strategy)；同時也被企業策略所影響，所以在擬訂的過程是重複性的 (Iterative)，既非 Top-down，也非 Bottom-up。首先由企業策略決策者提出 Guidelines 和 Constraints，再由技術策略決策者擬定初步策略，企業策略決策者再根據初步技術策略，市場策略，製造策略，銷售策略和財務策略，求取折衷 (Trade-offs) 或要求加速 / 減緩，甚至停止 / 增加某一方面的技術或產品的研究發展，技術策略決策者再根據這些要求修改其策略，如此一再重複，最後得到一個整體性的企業策略 (Integrated Business Strategy) 和一個步調配合的技術策略 (Coherent Technology Strategy)。

缺乏一個整體性的企業策略，一定會造成資源誤用或浪費，傷害企業的生命力；但資訊電子業由於環境的複雜性 (Complexity)，需要較長的時間才能理出一個完整的策略，又由於環境的多變性 (Dynamic Nature)，策略要經常的檢討與變動，以適應新的環境。

在這裡，特別提出令人認為特別重要的幾個字眼，Integrated, Coherent, Dynamic and Adaptive.

擬訂技術策略時，令人認為有幾件因素一定要考慮到的，

1. 只有市場上需要的產品才能變成資金。

新技術或新發明必須轉化 (Transform) 為新產品，且是為市場需要的新產品，才能為企業帶來資金週轉，如何商業化 (Commercialization) 應是技術策略的一部分。研究人員或工程師經常會為發展技術而發展技術，純以技術現象來擬定發展策略。恐怕只有巨型公司如 IBM, Bell Labs 和政府支持的研究機構和大學做得起沒有商業目的的研究發展工作。

2. 選定產品/市場區隔 (Product/Market Segments)

同樣的技術可能可以應用在不同的產品，同樣的產品也可能可以應用在不同的市場，但是，一個公司的行銷能力 (Sales Capability) 必須予以考慮；另外，一個產品如果功能太多，必然造成成本提高，開發時間加長，使用者難以使用的結果，公司的下場是可以預知的。

3. 預期技術發展 (Technology Forecasting)

在特質中，令人已提出在資訊電子業，技術的演進相當快，多種新技術競爭同一市場，由新發明至創新產品的時間急速縮短，因此在擬定自己的技術策略時，一定要預期技術發展，不僅是競爭對手的情況，對於上游

工業的技術，下游工業的技術以及相關性工業的技術都要加以預期，不這樣做，便會失去抓住機會的時機或者面臨退出市場的威脅。預期如此寬廣領域的技術當然是很困難的事，却是極需要的，delegation 和 subcontracting 都是必要的，但決策者絕對不可以完全不管。

4. 判斷競爭者的技術策略

所謂“知己知彼，百戰不殆”，競爭者和自己的長短處，對手的處境和可能採取的策略，都要加以分析、判斷。

5. 預測市場需求

市場需求包括顧客對功能 (Function)，性能 (Performance)，品質，可靠度 (Reliability)，可依賴度 (Dependability)，售價，和服務的要求，以及市場的大小，不僅是預測產品推出時的情況，也預測推出後數年的情況，這與預測必須根據技術發展預測及競爭者策略預測。產品生命期的 S 曲線是確定的事實，但是 S 曲線的高度（成熟期的市場量）和寬度（生命期），以及自己能夠取得的比例並不容易掌握，特別是一個全新的產品 (Radically Innovative Product)，一個技術演進而創造出的市場 (Created Market)。

6. 预估制造成本与制造设备投资

在市场需求裡谈到的性能、品质、可靠度、可依赖度与售价都和製造有关。拟订技术策略时，不能不考虑产品是否能够 *effectively* 和 *efficiently* 製造出来，制程能力 (Process Capability) 要清楚了解，甚至也要订出要求。Design for Manufacturing, Design for Automation, Design for Testability, Design for Quality 都是与製造成本相关的事情。学习曲线 (Learning Curve) 在资讯电子工业经常被用以估计材料成本 (Material Cost) 和製造成本。自行製造或请人代工 (Subcontract) 或部分请人代工，是这个行业裡经常被考虑的问题。

7. 購入技术 (License)、委託发展 (Contract Out) 和合作发展
企业的资源有限，产品的生命期有限，市场时机 (Timing) 很重要或自行发展费用太高的情况下，资讯电子业经常採用 License, Contract Out 和 Joint Development 的策略；同样的，对于自己擅长的技术，缺乏製造能力或市场行销能力，也可以发展後 License Out。不过，有人認為对于一个有製造設備的公司，蓄意地发展一些产品或技术，然後予以 License Out 是一件不智的事情。

8. 3M 公司的基本策略

依 M. E. Porter 的分法，公司的基本策略有三种：

- (1) Overall Cost Leadership, 製造標準產品，大量且低價的銷售，汽車業中的 Honda 就是；
- (2) Focus or Niche, 製造訂製或半訂製型產品，少量但價昂，汽車業中的 Rolls Royce 就是；
- (3) Differentiation, 製造標準產品，不追求大量，以良好的性能、品質、服務求取較高的售價，汽車業中的 Mercedes Benz 為其一例。

資訊電子業中也不脫離這三種策略，但經常又可見列在每一款中又有 Technology Leadership 與 Technology followership 之分。每一項基本策略都會引發不同的技術策略，訂定時應予以之違背。

9. 分析風險 (Risks) 和投資報酬 (ROI)

資訊電子的特質就是風險很高，不接受風險，就不要進入這一行業，但是風險與報酬一定要成比例，低風險/高報酬的機會很少，高風險/低報酬的陷阱卻很多，分析之外，還要有應變計劃 (Contingency Plan)。風險以三種型式出現，各有其發生的各种原因：

- (1) 新產品或新製程 (Process) 不能如期完成；
- (2) 新產品或新製程完成，但不能商業化 (Commercialization)；
- (3) 新產品或新製程可商業化，但已無利可圖。

个人以为在高科技公司开始的初期，技术策略应该集中、专心於一个较窄的领域，避免分散资源，而以风险性资金 (Venture Capital) 为股东；公司建立稳定之后，技术策略应采取适度分散 (Diversify) 的方式，以分散风险，但过度分散一定是不好的。

10. 平衡长程与短程策略

长程策略是公司赖以持续成长的根本，短程策略是公司生存的要件，在有限资源下，必须求取两者兼欲的平衡，参与拟订技术策略的市场人员很容易偏好立即获利的短程产品或制程，工程人员很容易偏好深具挑战性的长程产品或制程，决策者必须了解此一倾向，并小心地分配资源。

技术策略拟订之后，再来就是组织 (Organization) 的问题和执行时的管理问题。个人在此简单称之为技术团队的管理。

四、技術團隊的管理

一個技術團隊的成員大都是受過高等科技教育的人物，有些是科學家，有些是工程師，有些人偏好發明 (Invention)，有些人偏好創新 (Innovation)，有些人默默苦幹，有些人專出主意。公司的高層決策者希望這一個團隊執行其技術策略，不時有新製程，新產品的出現，為公司帶來更多的利潤，但是首先必須了解這群人的特質，這些特質或許依民族文化，社會文化，公司文化而有所不同，不過依本人數年來的觀察與接觸，個人的認為是這樣的：

- (1) 非常的以自我為中心 (Self-Centered)，追求自我成長；
- (2) 不喜歡重複性的工作 (Routine Work)，要做他有興趣的工作；
- (3) 不喜歡受排程 (Schedule) 和預算 (Budget) 束縛；
- (4) 追求成就感，希望在自己的技術領域裡被 Recognized；
- (5) 除了技術問題，其他似乎都不關心；
- (6) 不喜歡寫報告，最討厭 Red Tapes。

R/D 的工作本身也有一些特質，需要注意的：

- (1) 發展新產品或新製程，要用一組專長不同的人才才能完成；
- (2) 預算，排程很難估得準，未預期因素多；
- (3) 內部和外部 (Internal & External) 的技術交流 (Communication) 很重要；
- (4) 同一專門技術領域，要有如手專家，才能持續進步；
- (5) 同樣需要高生產力 (Productivity)，才能與其他公司競爭；
- (6) 運用腦力的工作，需要安靜的環境；

(7) 新產品或新製程, 需要1至2年時間發展;

(8) 新產品或新製程在完成之後, 仍會有需要修改。

以下針對上面提到的人員的特質與工作的特質, 提出
5人認為管理一個技術團隊應該注意的事情:

1. 組織方面

為了技術的交流, 人員彼此激發創新構想 (Stimulate Innovation), 應該採用功能式組織 (Function Organization)。

為了 Project 能順利完成, 同時執行一個 Project 的人員, 應該組成一個 Project Team, 以 Project Management 來管理。

儘量避免採用 Matrix Organization, 但通常很難避免, 人員必須經由訓練而適應。

Project Team 人員不要太多, 沒有多少工作的人, 不需要很多非正式溝通 (Informal Communication) 的人, 不要放進去。

經常要做非正式溝通的人員最好放在一起, Both Organizationally and Physically.

非正式的溝通比正式溝通同等重要。

2. 控制方面

強調排程和預算控制的重要性, 經常性的以 Body Language 表示關心, 產生共識 (Consensus)。

重視團隊合作的技巧。

受動態策略影響，Project 會有目標變更，取消，擱置或要求加速的情況；技術人員會產生不滿情緒 (Frustration)，應該清楚說明原因。

過度的堅持排程，會傷害 Project 的品質，同時抹殺了創造力 (Creativity)。

工作的負擔不宜太重，有時候也讓技術人員做一些他有興趣的事情。

強調 Documentation，因為 Project 時間長，中間可能有人員離職，又有後續性的維護工作，實驗記錄簿也很重要。

建立工程變更，設計變更程序與制度。

3. 評估方面

追求生產力，但生產力卻不易數字化。

與預期的成率，時間和品質比較，容忍合理的差異。

計劃進行中的 Performance Appraisal 比事後的評估重要。

重視團隊合作成果，不鼓勵個人英雄主義。

Effectiveness, Efficiency, Invention, Innovation, Documentation, Technical Reports and papers 的比重應與技術策略配合。

4. 人事方面

因為評估困難，必須重視自我激勵 (Self-motivated)。

低離職率 (Stable Employment) 對公司很重要。

讓人員有機會在外面表現他在技術上的權威性與地位。

Dual Ladder 制度。

Incentives, Bonus 要很小心, 處置不當, 會有反效果。

如果可能, 最好有 Stock Options 和累積的福利制度。

重視真正有能力, 有潛力的人 (Key Personnel)。

重視人力發展 (Human Resources Development)。

產生目標共識, 成果認同。

5. 環境方面

噪音, 光線, 顏色, 佈局的考慮。

資料查詢系統, 內部的和外部的。

非正式討論的地方。

提高效率的工具與支援。

五. 如何培養技術公司的領導人

令人並沒有到達那個境界可以談這一個題目，謹摘取 H.E. Riggo 在 "Managing High-Technology Companies" 一書中的看法：

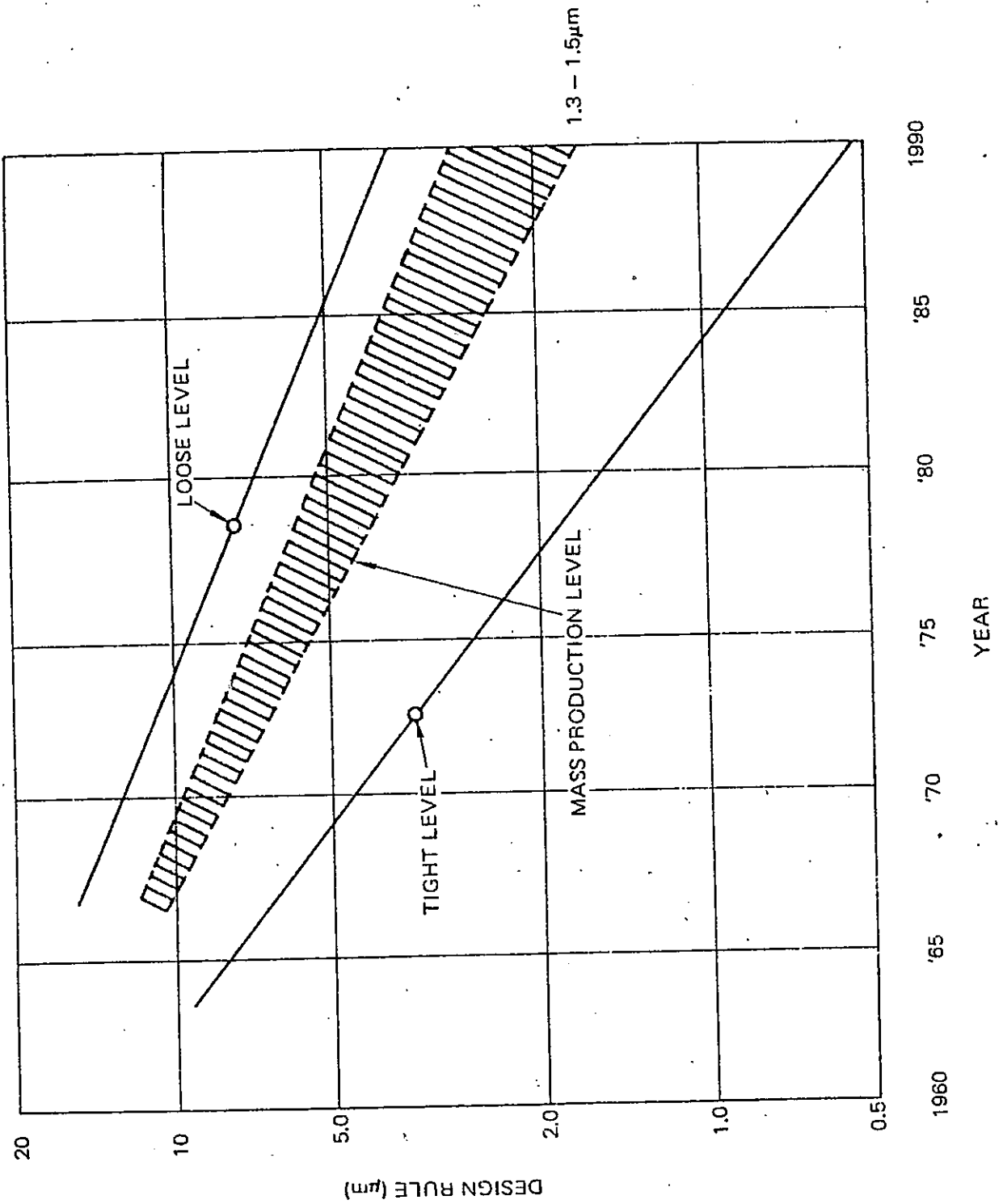
一個技術公司的領導人必須要有很強的技术背景，並經由繼續不斷的進修而更為增強，但也需要市場知識和人事管理的技巧。早期也獲得行銷經驗和智導經驗，以及在公司內各重要部門工作一段時間，是擔任領導人必要的準備。

最後，我摘錄一段哥倫比亞大學教授 Martin Starr 對於美國公司失去競爭力所說的話：

What the country needs is a trained cadre of managers who can go into factories, analyse what's wrong, and then take steps to correct it. Engineers can't do that because they don't have the management and finance background, and finance specialists can't do it because they lack the technical knowledge. Only by producing managers who can apply a broad knowledge of business and technical processes to manufacturing problems will U.S. industry regain its competitive edge.

各位女士，各位先生，工程師經過良好的管理訓練才是最佳的技術管理人，工程師的責任已不再是解決一些技術疑難，在第三波的社会裡，工程師必須要負起領導者的責任，為世界經濟開創一個新局面。

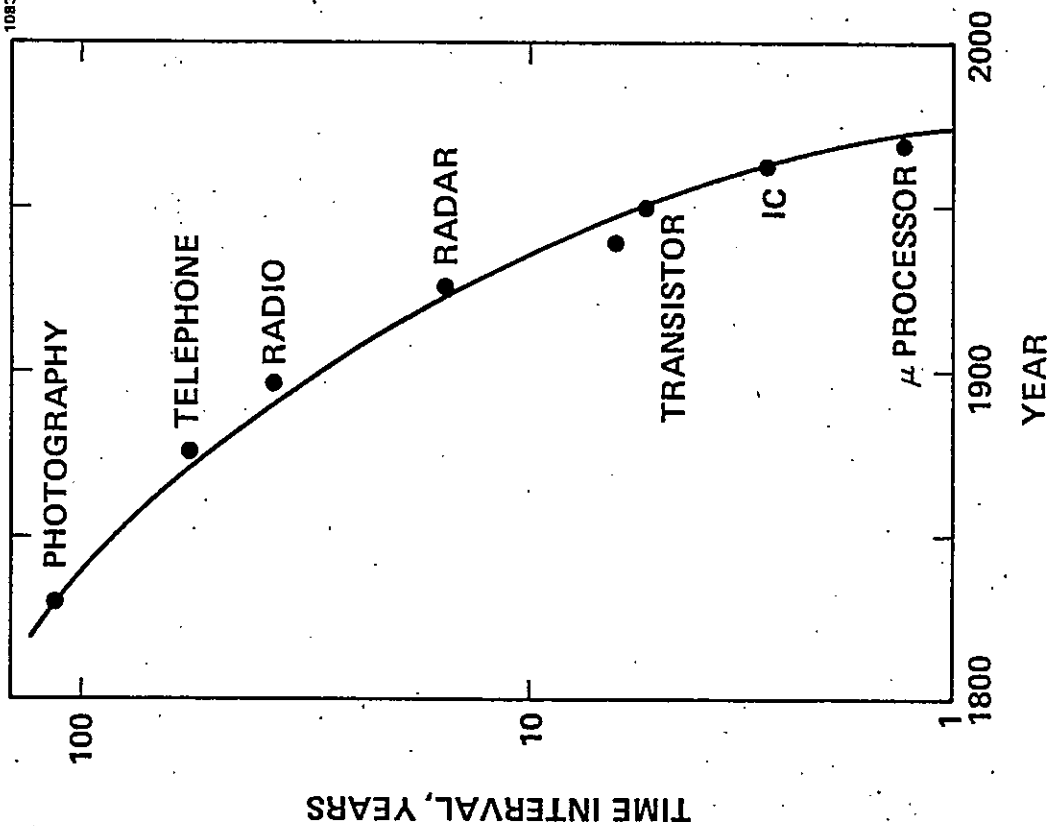
謝謝各位！



Source: NRI

圖 1-1 Design rule evolution

10835-16



DISCOVERY - EVOLUTION - REVOLUTION
APRIL 1981

HUGHES
HUGHES AIRCRAFT COMPANY
RESEARCH LABORATORIES

INVENTION
TO
MANUFACTURE