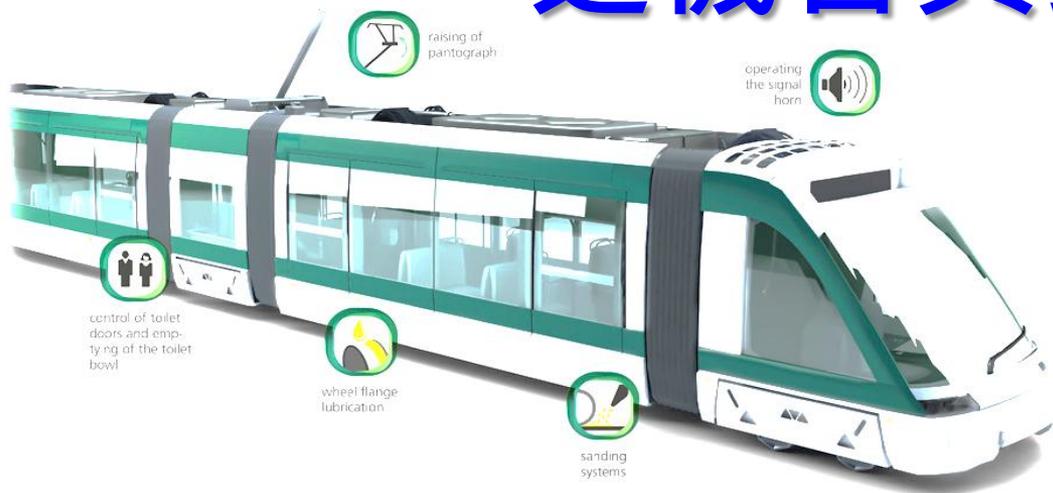


# 軌道運輸產業面向數位轉型 之機會與挑戰



陶冶中

淡江大學運輸管理學系教授

台灣軌道工程學會理事暨產業委員會主任委員

中華智慧運輸協會監事暨發展委員會主任委員

2018.06.15



# 簡報大綱

1

發展緣起

2

數位轉型  
-相關課題說明

3

德國聯邦鐵路公司(DB)  
數位轉型之成功案例

4

總結

# 數位經濟驅動典範轉移(Paradigm Shift)

## 數位經濟(Digital Economy)

- 定義(OECD)：以數位化科技為商品和服務加值或創建新市場，帶給GDP的貢獻
- 重要性：OECD定義ICT行業為近似的數位經濟，英國擴大服務業為適用範疇，包括：出版、電影、媒體廣告、顧問、設計、教育、遊戲等，其影響程度愈來愈廣

## 實體經濟(Physical Economy)



- 關鍵資源：工廠、設備、原料、產品、勞動力、運輸物流
- 特色：強調統一標準、大量生產、供應聚落、充沛廉價勞工、貼近市場、降低成品製造成本
- 目的：滿足低廉好用的基本需求

## 數位經濟(Digital Economy)



- 關鍵資源：電腦、軟體/平台、行動通訊、AI科技、智財權
- 特色：以數位化科技提升產品與服務的附加價值及促進交易活動 (e.g. 共享經濟)、無國界零時差
- 目的：滿足快速多變的客製需求

預測2020年全球數位經濟產值達24.6兆美元，占GDP 25%\*

\*資料來源：Accenture

數位科技  
引爆了  
數位經濟



## 消費者追求美好的「服務體驗」

數位科技  
改變了消費  
者、企業與員工  
的行為

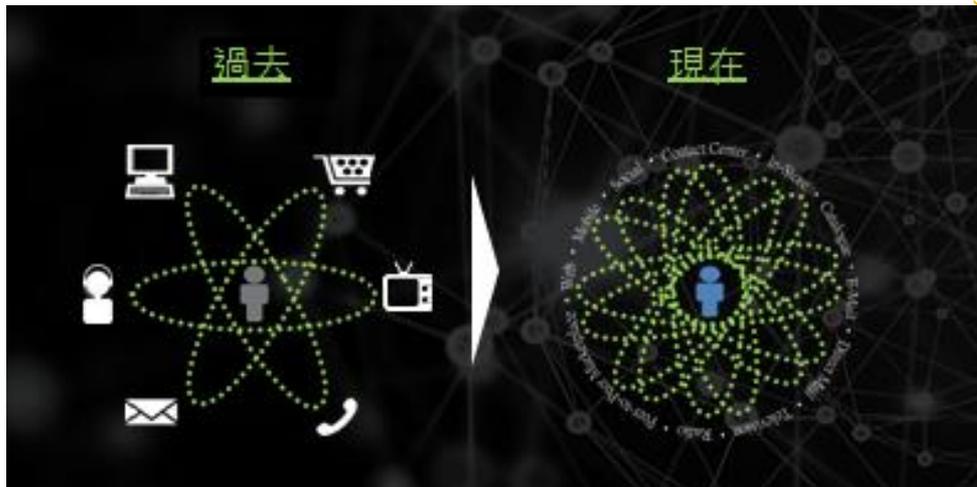




# 數據產生的速度與數量已超乎想像

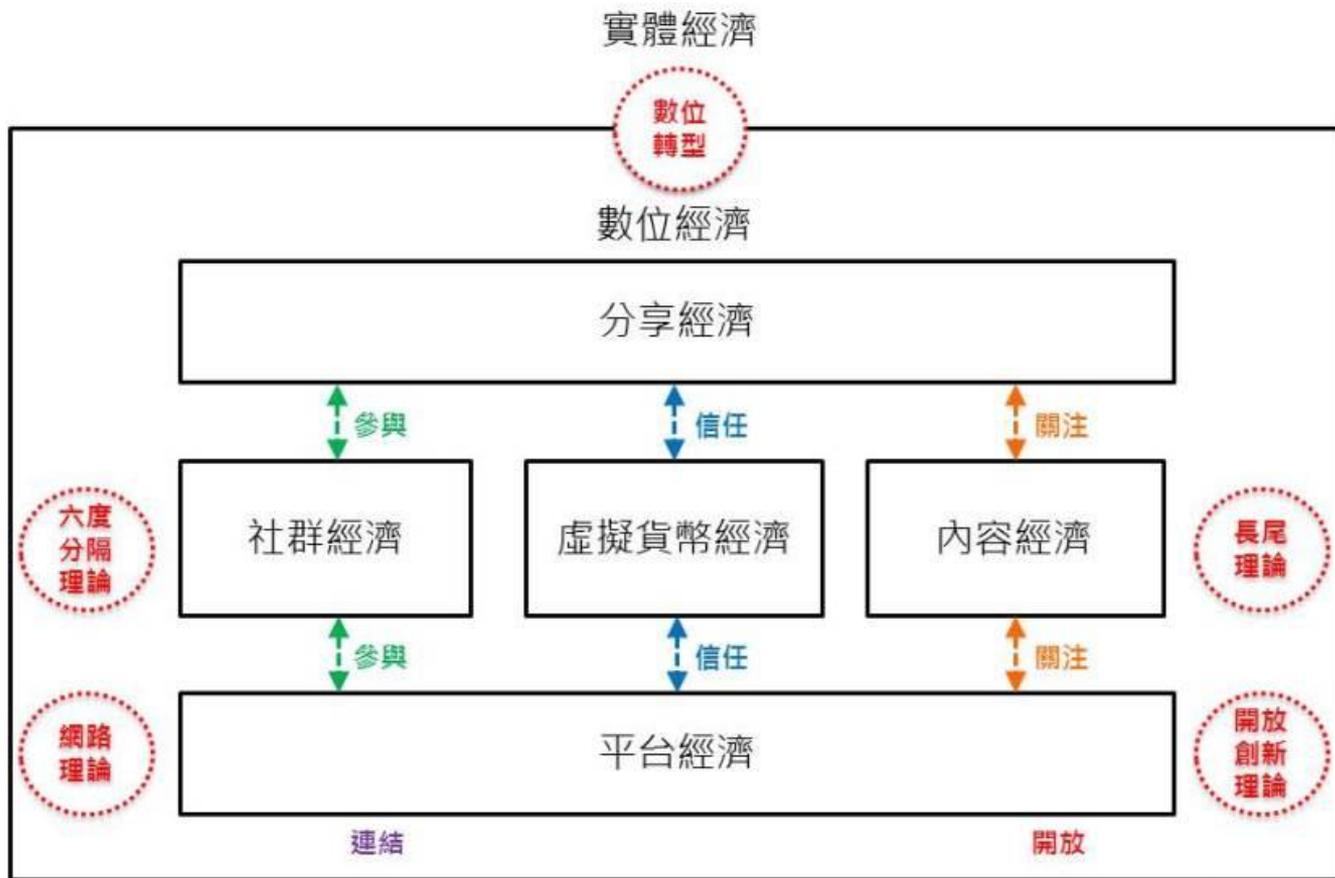
每**60**秒就有人正在做這些事...

- 在Google進行約3,000,000次查詢
- 寄出140,000,000封電子郵件
- 發出400,000則推特訊息
- 在臉書上發表300,000則狀態更新訊息
- 在亞馬遜購物商城購買25,000件商品
- 在沃爾瑪完成17,000項交易
- 在Youtube上觀看5,000,000支影片



在數位科技的普及下，人對於資訊取得與掌握度越來越高  
過去2年全世界產生了約90%的海量數據

# 數位轉型促成數位經濟之範疇架構



# 數位轉型翻轉了商業模式



滴滴打車已成中國民生必需



Uber強力撼動全球運輸產業



Grab徹底提升運輸服務水準



亞馬遜電商突破實體賣場限制



Airbnb活化全球閒置空房



Tesla打造商用自駕系統應用

# 何謂數位轉型?



## Rolls-Royce®



PAST

專門出售飛機引擎硬體



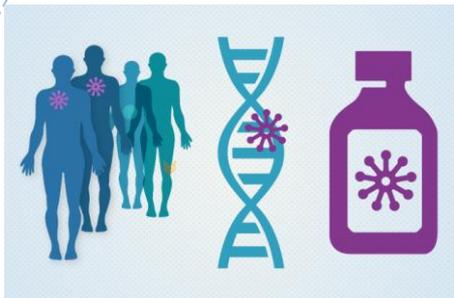
依據引擎飛行時數另售服務

NOW



企業借助數位科技，除了行政或業務流程的數位化，還徹底改變了商業模式、翻轉與客戶的關係，創造更多營收，增加更多利益。

# 數位轉型已是產業的現在進行式



**精準醫療**  
(醫療業)



**FINTECH**  
(金融業)



**工業4.0**  
(製造業)



**ITS 2.0**  
(運輸業)

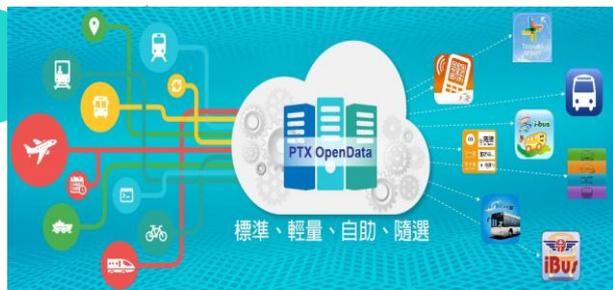


**Smart City 2.0**  
(政府)

# 企業數位轉型的五大內部流程



# 運輸企業的數位轉型腳步亦從未停歇



PTX 公共運輸開放資料  
加值應用



eTag資料連結虛擬帳戶  
有效預測國道旅行時間



UMAJI預約與整合  
跨運具旅行

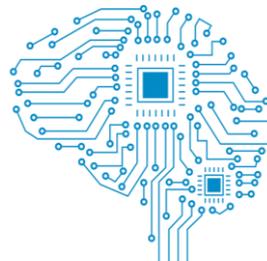
## 軌道運輸也跟上了數位轉型的浪潮?



工業4.0

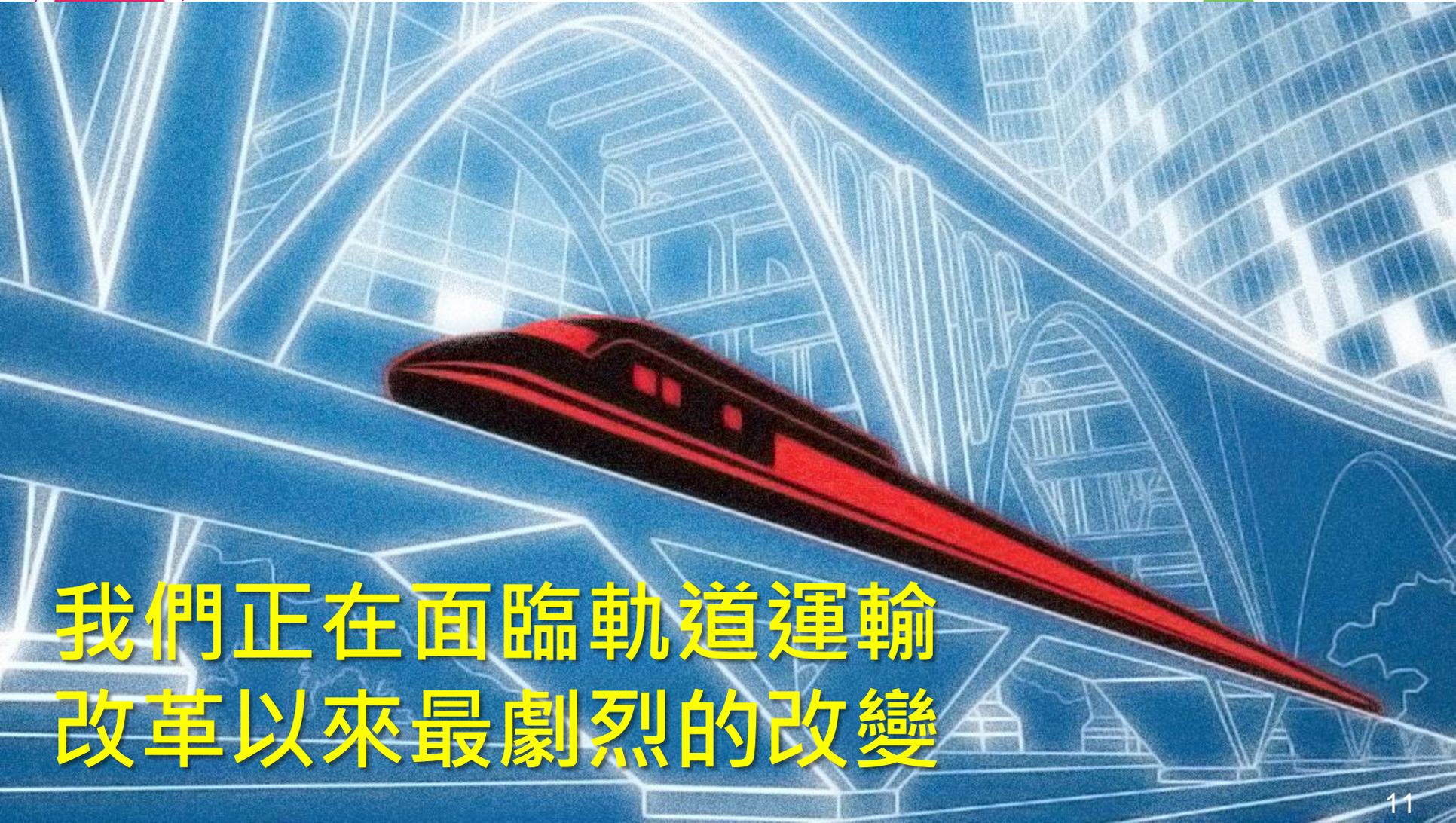


物聯網



人工智慧





我們正在面臨軌道運輸  
改革以來最劇烈的改變

# 軌道運輸為何需要數位轉型？

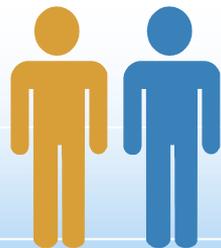


低成本航空業持續競爭



長程客運提供優勢票價與最後一哩優勢  
(自駕巴士)

軌道運輸核心價值  
逐漸縮小



軌道運輸數位轉型既有威脅也有機會



乘客及戶需求仍為第一  
且共乘環保概念興起



旅行資訊即時查詢  
與支付已為趨勢

# 軌道運輸該如何實現數位轉型？

## 軌道營運者必須將思維從“ Rail” 轉成“ Mobility”

### 公車業者營運策略改變

- Fast and cheap demand-response alternative to train, especially for long-distances
- First- and last-mile advantage

### 共乘共享逐漸落實

- Fast and cheap demand-response alternative
- First- and last-mile advantage

### 電動車興起

- Promise of cheaper and more environmentally friendly transportation

### 自駕車朝商業化邁進

- Self-driving and dynamic routing based on commuter destinations
- Robo-taxis and “swarm cars”

### 旅行資訊數據存取分析

- Consumers demanding seamless integrated planning, booking, payment, and digital on-boarding services

### 新型合作模式

- Partnerships between new and traditional providers throughout the value chain
- Both offensive and defensive plays

### 創新循環縮短

- Cross-modal and functional disruptive innovation with much shorter cycles—months vs. years

軌道運輸應從數位創新趨勢中汲取經驗

### 重新定位軌道運輸服務價值



Customer segments



Sales platform



Core product portfolio



Product adjacencies

### 調整既有營運模式



Operations



Organization

# 全球軌道運輸落實數位轉型的現在進行式



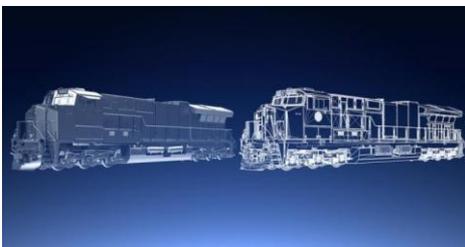
場站AI人臉辨識



擴增實境技術支援應用



旅運大數據整合規劃



數位樣板輔助維修



自駕系統輔助列車運行



無人載具影像監控軌道設施



通勤足跡環保能源開發



全自動無人列車運行



軌道路線地理界定與定位偵測

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



## D: 啟動 4.0

- ◆ 2014年10月成立6個啟動4.0計畫，總共提出260個各業務面向的數位轉型提案

## I: 數位能力中心

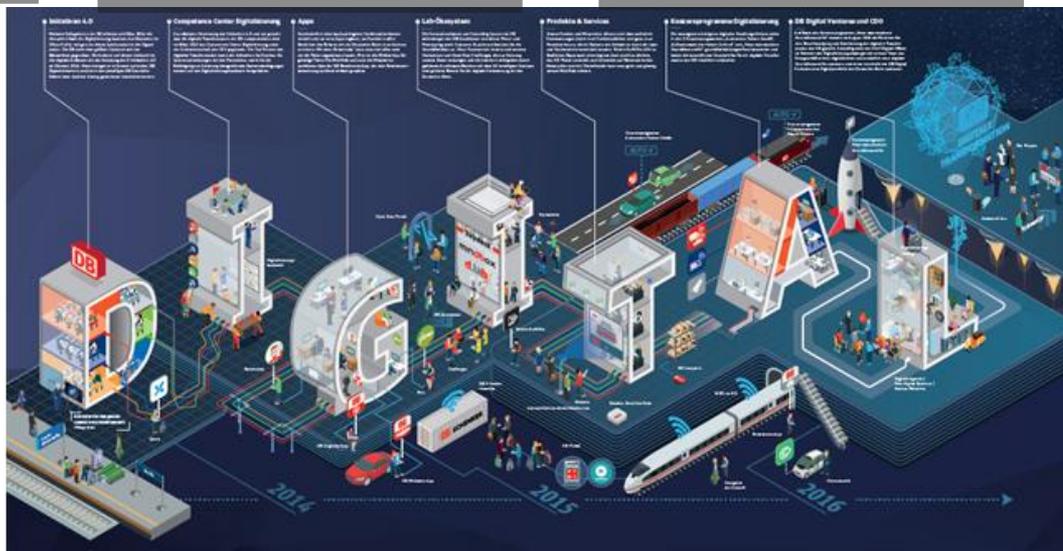
- ◆ 2015年3月在CEO麾下直接設立數位能力中心，擘劃DB顧客、系統、業務等面向的數位藍圖

## G: 廣推Apps

- ◆ 擴大所有與DB顧客有關的Apps，如:旅行麻吉，及戶共乘，工作人員旅行成本計算軟體

## I: 實驗生態系統

- ◆ 創新實驗中心催生用戶體驗的原型與雛型產品，導入內外部『黑客松』創新提案機制，衍生出20個創新事業團隊



# 軌道運輸數位轉型成功案例



## T: 嶄新產品與服務

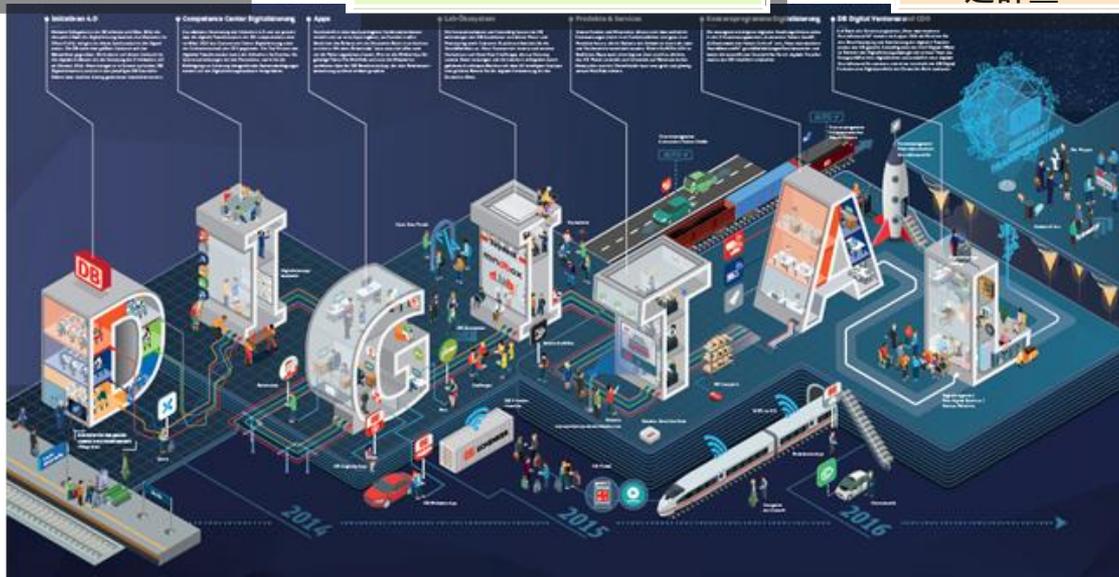
- ◆ 『任你行』軟體提供國內不自駕者的一站式到位服務；ICE 入口網頁連結『聰明接駁』軟體，保證城際與都市交通無縫串接

## A: 核心數位化計畫

- ◆ 『自動駕駛道路』、『軌道完全自動化駕駛』、『基於新型數據的商業模式』是DB數位轉型的3大旗艦計畫

## L: DB數位事業與CDO

- ◆ 2016年10月加速落實新的商業模式，未來將設置『數位長』CDO，統籌DB所有數位新創事業與督導數位轉型擴建計畫



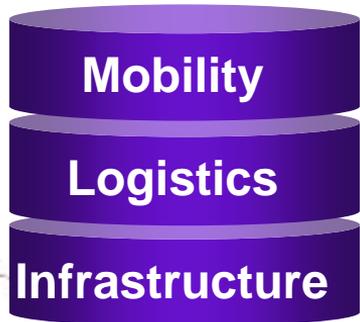
2018年底  
前投入10  
億歐元

# 軌道運輸數位轉型成功案例

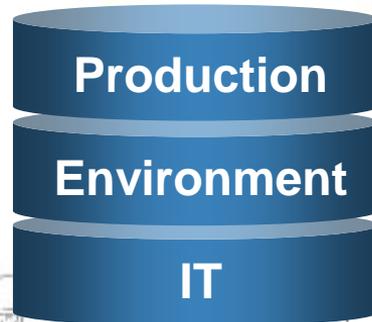


## 德國聯邦鐵路客貨運4.0升級計畫

主要目標4.0



輔助目標4.0



- ❖ 新行動方案與建立商業模式
- ❖ 數位化用戶介面與即時資訊
- ❖ 生產程序數位化
- ❖ 夥伴關係與建立實驗中心

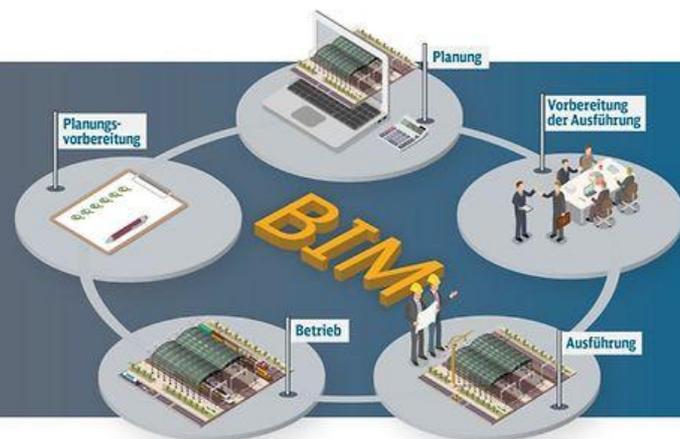
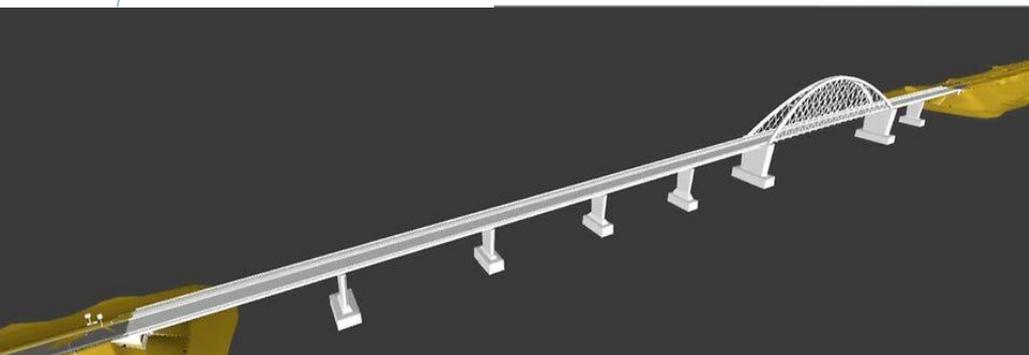
DB innovate+

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Infrastructure 4.0 – 數位建造BIM



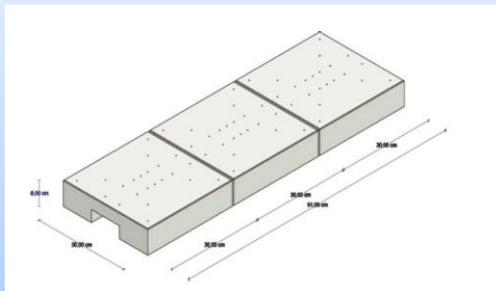
- ◆ 自2016年起DB即使用BIM進行13個橋樑、隧道、車站3D規劃、設計、建造與營運的大型計畫，並以生命週期計算出各階段所需的時間、成本與風險。一般民眾亦可上網查詢該計畫的詳細資訊。
- ◆ 預計2020年起，德國聯邦交通及數位建設部將根據DB的BIM標準，全面推廣至全德的大型公共建設計畫。

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Infrastructure 4.0 –月台導引閃光板



### 閃光板模組



### 月台LED顯示

Time	Destination	Expected
15:35	LONDON EUSTON	On Time
Calling at: Kings Cross, Denham Golf Club, Denma		
AVAILABLE SPACE: [Progress bar]		
15:12 55		

### 動態座位資訊顯示

- ◆ 由30x30cm，厚度8cm防水、防塵的面板組合而成。內建資料傳輸線、微型電腦、控制器、LED。
- ◆ 每塊面板皆可獨立操控
- ◆ LED顯示4種符號標識:左箭、右箭、雙點線、交叉。
- ◆ 閃光訊號將依到達列車之長度、車內乘載人數，即時組合4種符號，引導乘客至車門開啟的位置與較不擁擠的車廂位置。
- ◆ 藉由車上電腦與影像監控系統，可即時傳遞列車車門位置、車內可提供座位數至閃光月台LED板。
- ◆ 同時傳輸至月台乘客資訊顯示面板與手機App。

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Infrastructure 4.0 – 數位車站



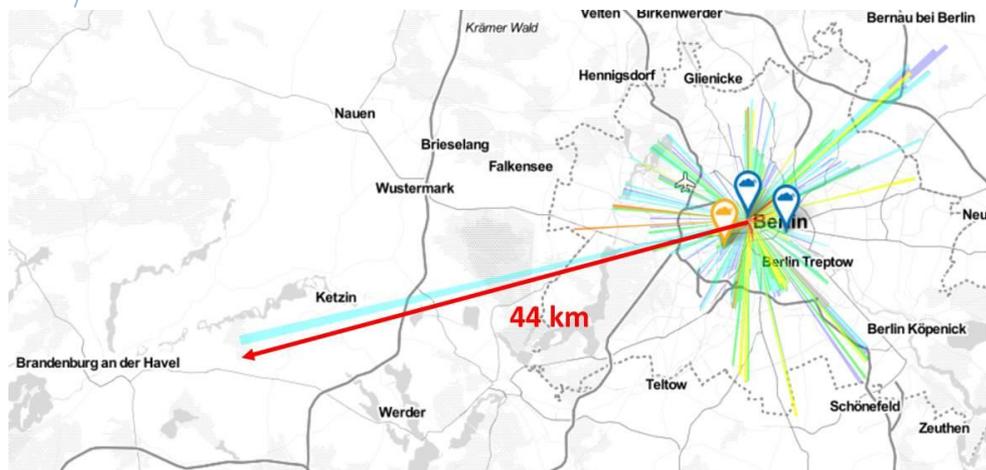
- ◆ 自2016年起DB在1,500座車站2,000個更新乘客資訊顯示面板，同時在該站顯示下三個出發站時間與月台資訊，並提供手機App顯示5,400座車站完整的旅客資訊，包括出入口、商店、電梯、租車、公共運輸接駁、停車場....等。
- ◆ 導入設備管理數位擴建計畫(ADAM)，運用遠端監控系統，對於3,100座電梯、照明、消防器材、緊急逃生裝置完成物聯網監控。

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



**DB** Mobility Networks Logistics

Infrastructure 4.0 – 應用LoRaWAN遠端監控車站設備



- ◆ 引進物聯網通訊系統LoRaWAN，建立DB所有設備物聯網資訊平台，實現無人化、自動化之遠端監控目標。
- ◆ 以車站大鐘為例，目前可從柏林車站同時遠端監控44公里方圓內車站大鐘的運行狀態，若成效良好，將全面推廣至全德車站大鐘之遠端監控。

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

Infrastructure 4.0 - 3D零組件列印



隧道模型

模板原型製造

- ◆ 加速決策支援
- ◆ 加速行銷時機



接線盒

直接生產製造

- ◆ 改善零件報廢
- ◆ 改善零件可用性
- ◆ 改善停機整修



組件模塊

零組件模型替代

- ◆ 減少工具成本
- ◆ 縮短作業時間

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Infrastructure 4.0 – 無人機應用



### DB無人機

- ◆ 自2015年起DB即開始應用無人機測試多種功能
- ◆ 目前DB依據載重、飛行時間與應用範圍開發出12種型式的無人機



### 日間沿軌監測

- ◆ 無人機內建高解析度紅外線與攝影裝置
- ◆ 配合GIS可監控沿線軌旁的樹木、照明、電力箱、電塔...等設備
- ◆ 亦可將拍攝的數位資料納入BIM計畫



### 夜間沿軌監測

- ◆ 2017年4月DB被准許進行夜間監控作業
- ◆ 可大幅減少夜間巡檢所需之人力與作業時間

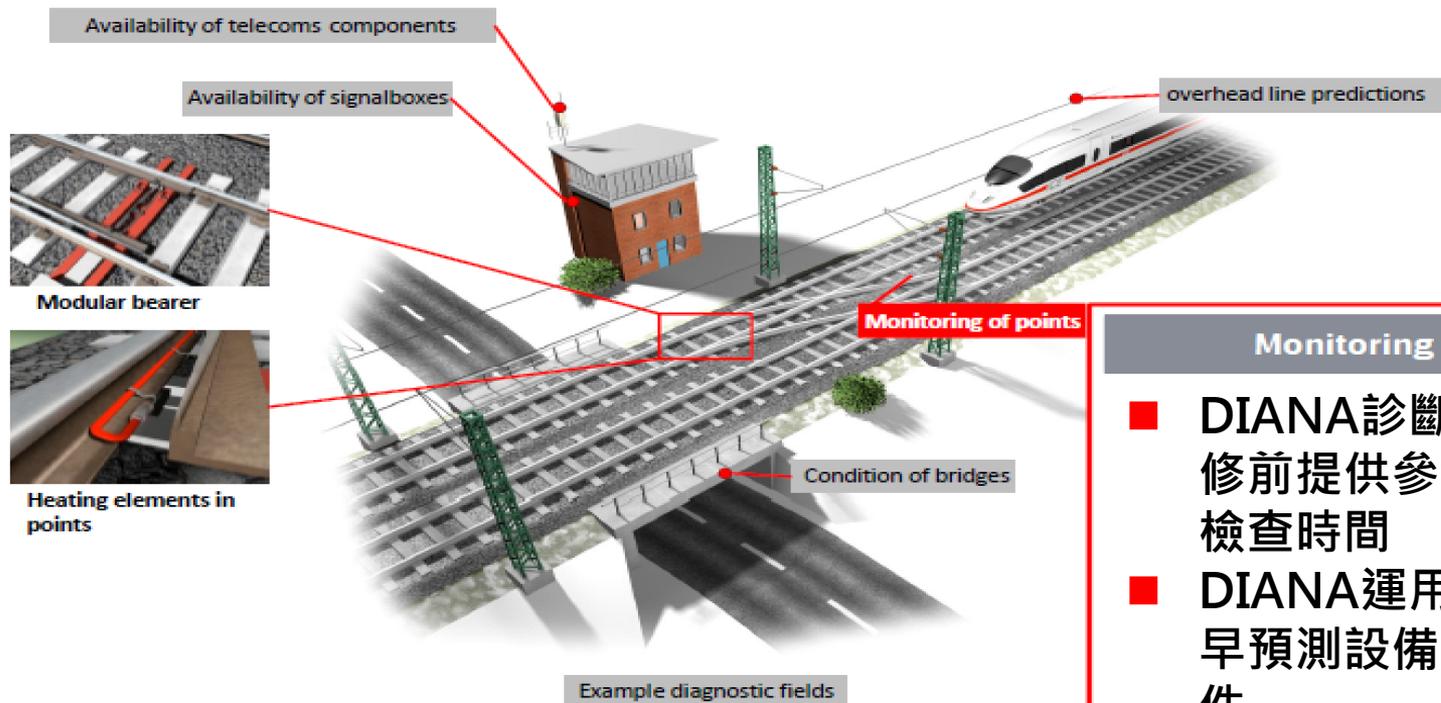
# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

Infrastructure 4.0 – DIANA軌道周邊物聯網設備診斷

## Project example: DIANA



### Monitoring of points

- DIANA診斷工具可於維修前提供參考資訊以減少檢查時間
- DIANA運用感測設施及早預測設備汰換機率與條件

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

Infrastructure 4.0 – Mayday應用平台負責軌道維修溝通

## Project example: Mayday Button

### Maintenance worker

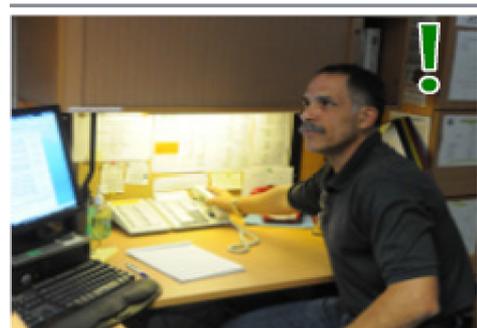


- 現場維修人員無法即時確認軌道毀損主因與解決方案



- Mayday可連絡線上軌道專家尋求支援
- 更具效率的解決方案提供(圖片或影音)
- 提升員工與客戶滿意度

### Expert



- 軌道工程技師可詳細提供維修資訊或額外參考文件

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



## Mobility 4.0 – 客製化旅運方案

Future Mobility

低價共享運輸服務

自動駕駛車輛商轉

數位旅行規劃

Driven by digitization



**Holger**  
Business traveller



**Jutta**  
Commuter



**Melek**  
Price sensitive leisure traveller



**Anna u. Felix**  
Comfort orientated travellers



**Elvira**  
Leisure traveller > 60 years



**Rabea u. Andreas**  
Travellers with family



**Kevin**  
Commuting pupil



針對不同顧客的旅次目的、屬性打造個人化旅運方案

M 4.0



重整旅次規劃程序



INSPIRATION AND TRAVEL PURPOSE



PLANNING AND BOOKING



GETTING TO STATION



ACCESS STATION



TRAIN JOURNEY



DESTINATION STATION



GETTING TO FINAL DESTINATION



AFTER JOURNEY CONTACT

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility 4.0 - 完整分析顧客經驗指標(UXI)

Customers

整體經驗因素

整體基礎因素

便利性

豐富性



效率

持續

個人化

直達性

準點

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Mobility 4.0 – 無人車接駁與聯網車隊

2017年Bad Birnbach無人小巴接駁



2018年在A8高速公路測試聯網車隊



# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



Mobility Networks  
Logistics

## Mobility 4.0 – DB行動開發範例



DB  
導航



DB  
線上  
訂票



DB  
行動票  
卡



DB  
自行車  
查詢

Qixxit  
旅運  
規劃  
APP



Mege führen zum Ziel. Qixxit findet deinen.



租車  
APP

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

Mobility 4.0 - 移動通訊設施建置完善

## ◆ 朝向Mobility4.0須先落實技術先決條件與建置項目

### 資通訊設施



**Direct connection**

- ◆ 透過列車車輛設計提升行動通訊接收即時性

**Repeater**

- ◆ 強化外部訊號通訊，如語音、影像、數據

**WiFi**

- ◆ 建立列車內部WiFi網路與用戶登入機制

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Logistics 4.0 - 未來運輸物流關鍵發展

### 工作程序數位化



01100101  
11011000  
00011101  
01111011

Paper based operations are replaced with digital workflows (e.g. in production processes)

### 顧客互動



Customer interface will change due to increasing demand for transparency, visibility, real time information and convenience

### 數位平台



Online booking platforms will help to pool supply and demand and increase market transparency

### 電子商務



Growth in e-commerce is offering opportunities in parcel / fulfillment business

### 大數據分析



New technologies emerge to manage increasing volumes of heterogeneous data in short time

### 資產智慧化



Assets are increasingly equipped with smart technologies / sensors which leads to permanent generation of data

### 自動化



Things will increasingly act and interact autonomously (e.g. automated vehicles, warehouses)

### 3D列印



Various 3D objects of various shapes can be produced from a 3D model (additive processes)

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

## Logistics 4.0 - 三大關鍵研發領域

Auto pilot



Obstacle  
detection



Self-  
diagnosis



## Key development areas

### Technologies

自動駕駛



障礙偵測



自行診斷



### Functions

- ◆ 透過先進自動駕駛技術遙控列車運行與監視系統
- ◆ 藉由先進號誌系統掌握列車前端潛在障礙物偵測
- ◆ 在主要車載監控設備額外裝設監測系統確保系統運行穩定與安全

# 軌道運輸系統數位轉型成功案例



## Logistics 4.0 - 資產維運數位化



### 智慧列車

Equip locomotive fleet with sensors and connect assets to integrated database (status: 600 of 2 000 locos)



1

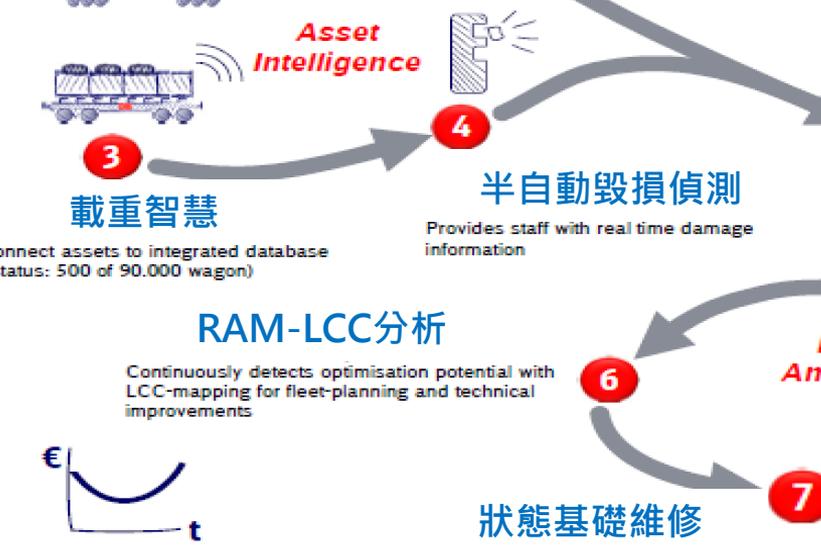
Asset Intelligence



3

### 載重智慧

connect assets to integrated database (status: 500 of 90.000 wagon)



### 數據偵測

Provides staff with real time damage information



2

### 半自動毀損偵測

Provides staff with real time damage information



4

### 資產智能中心

Build integrated Asset Intelligence System (locos & wagons); harmonise data formats; align interfaces; generate knowledge base and provide intelligence to optimize all business processes



5

### RAM-LCC分析

Continuously detects optimisation potential with LCC-mapping for fleet-planning and technical improvements



6

### 狀態基礎維修

Optimise maintenance rules, knowledge, processes and timing.



7

### 機具維修 4.0

knowledge in a data model with fast adoption; make specific information available on tablets in maintenance yards



8

### 工作管理系統

Digitization and automation of orders and resource logistics in maintenance yards



10

### 數據車隊管理

Bundles condition based requirements and matches it with maintenance capacities



9

### 流程優化與自動化

TechLOK and Wagon Intelligence provide signals in operative systems across the entire value chain (e.g. operations and sales)



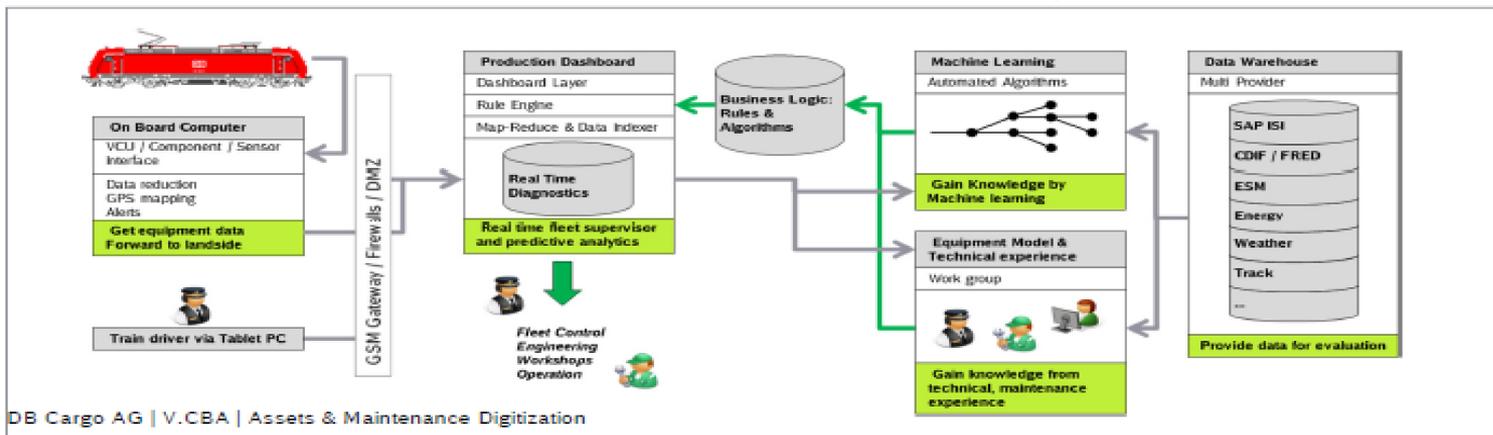
11

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility Networks Logistics

## Logistics 4.0 - 活化貨運數據應用



# 軌道運輸數位轉型成功案例



Logistics 4.0 - neXt時刻表協助規劃貨物運輸最佳路徑與抵達時間

Project example: neXt

Vision of future customer interface (especially freight transport)

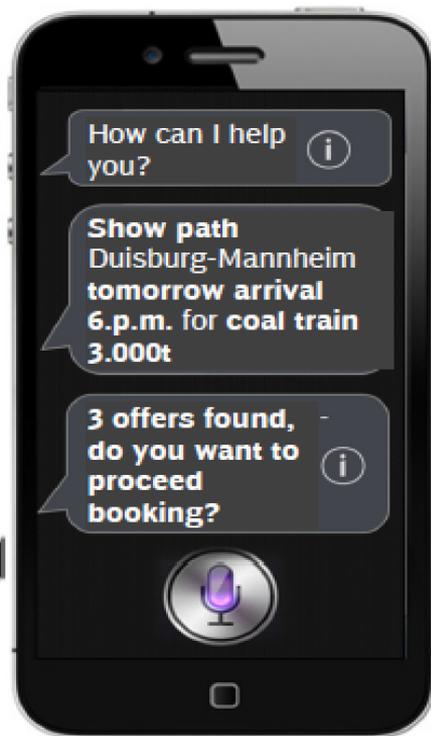


## "Digitalised" rail system



### Strengths:

- High degree of planning certainty (each train has a place in the timetable)
- One of the safest modes of transport
- Positive environmental footprint compared to lorries/cars
- Access is quicker, easier and more transparent



- ◆ 客戶可直接線上查詢當下列車路線
- ◆ 數據即時同步處理
- ◆ 列車貨物軌跡同步追蹤

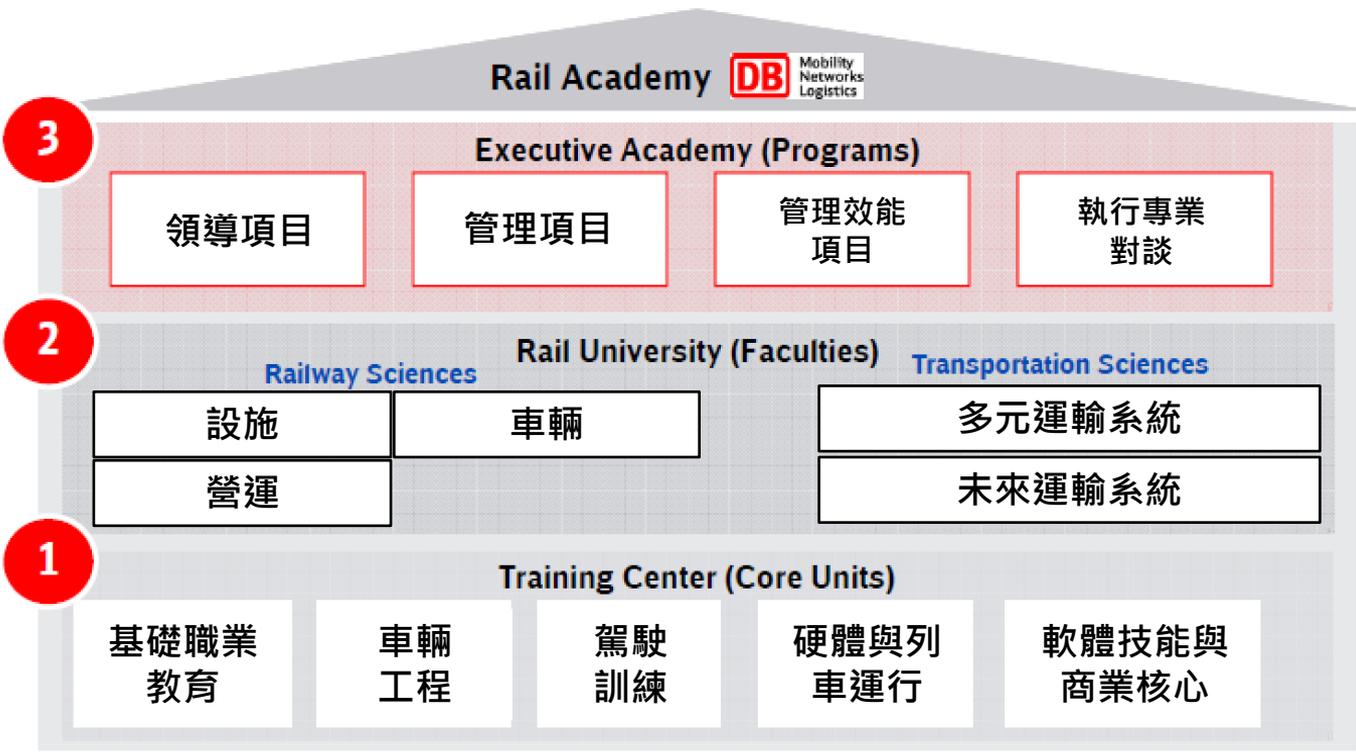
Vision

# 軌道運輸數位轉型成功案例



Mobility  
Networks  
Logistics

人員訓練- 軌道運輸人才培育亦是數位轉型能否成功之鑰



## Traffic Cert

- 軌道運輸安全由人員(關鍵)、列車與設施三者構成
- 軌道人才培育成本與軌道安全投資必須平衡
- 與專業證照機構合作建立完善軌道人才培訓制度

# 總結-軌道運輸數位轉型之關鍵項目1

## 開發新的商業模式與產品

### 跨運具平台

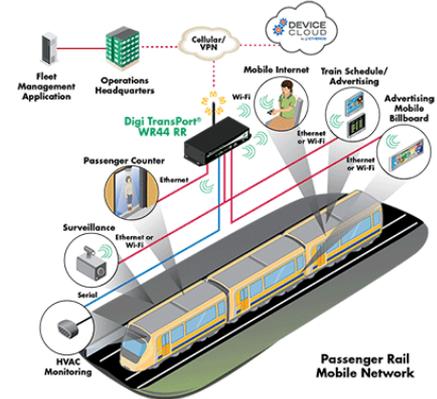
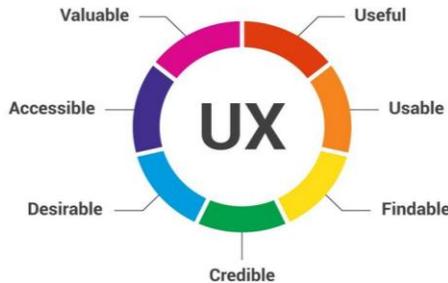
- ◆ 建置跨運具整合資訊平台
- ◆ 提供合作夥伴便於介接之協定

### 友善操作介面

- ◆ 強化使用者操作介面
- ◆ 提升物聯網互動體驗

### 數據管理

- ◆ 平台數據與列車管理數據須完善蒐集



# 總結-軌道運輸數位轉型之關鍵項目2

## 數位化核心營運

### 自動列車運行

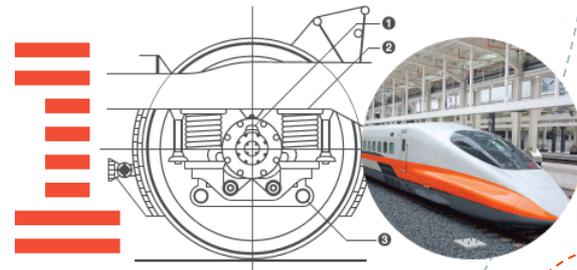
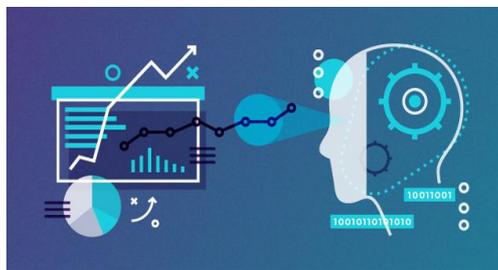
- ◆強化4G LTE通訊
- ◆完全無人駕駛
- ◆節省列車運行成本

### 先進分析技術

- ◆加強各傳感器資料建置
- ◆數據預測模式開發
- ◆節省維修成本

### 夥伴關係

- ◆建立軌道運輸產業生態系統
- ◆降低對特定軟硬體供應商之依賴程度



# 總結-軌道運輸數位轉型之關鍵項目3

## ➤ 建立健全的內部數位轉型基礎

### 人才培育

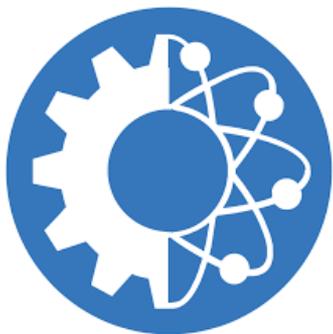
- ◆ 積極招募數據分析與工程人員研發數據分析技術

### 組織變革

- ◆ 需針對軌道運輸不同需求調整專屬的解決方案開發單位

### 敏捷思維

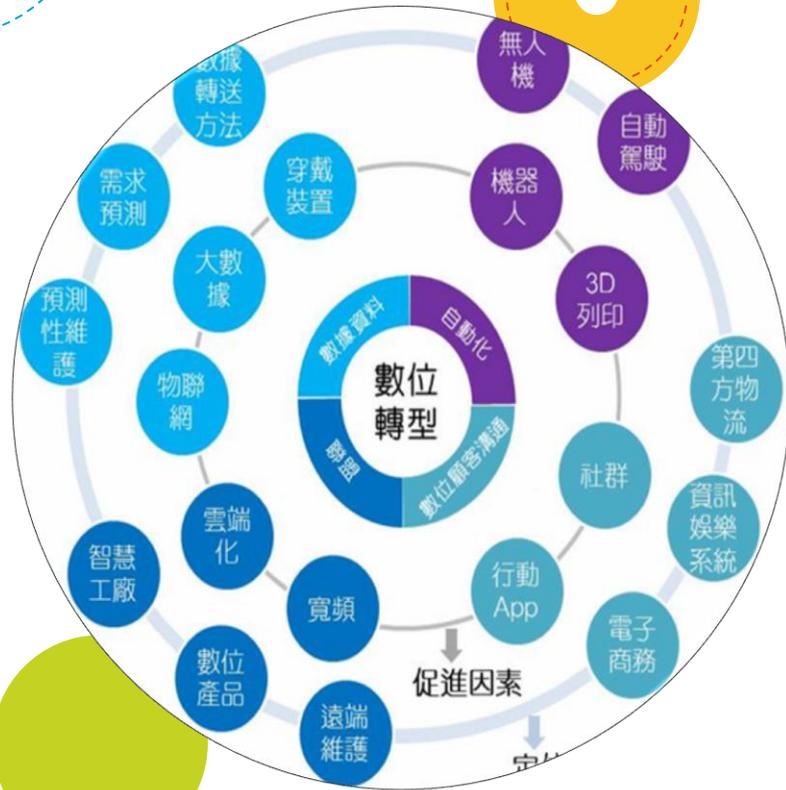
- ◆ 軌道營運者須轉向敏捷的解決方案開發流程



SOLUTIONS



# 軌道運輸數位轉型之機會



- ◎ 導入無人化、自動化可減少人力
- ◎ 運用數位科技強化使用者體驗
- ◎ 吸引投資加速AI技術研發
- ◎ 實現軌道運輸整合之單一平台
- ◎ 即時數據分析之加值應用
- ◎ 精準監控下之軌道運輸安全
- ◎ 激發創新事業，重新定義商業模式
- ◎ 台灣AIoT科技產業之優勢
- ◎ 即將啟動之前瞻軌道建設計畫

# 軌道運輸之數位轉型面臨諸多挑戰

1



落實新科技的高成本

2



數據資料的連續性與可用性

3



數據資安防護與備援

4



員工是否具備新數據科技的能力

5

日常營運複雜度增加

6

營運者對於新投資的高度期待

7

系統的互通性尚未完善

8

新科技對於其他部門商業模式的威脅

9

保守主義與產業窠臼

# 企業數位轉型之流動趨勢與服務新內涵

流動(Flow)趨勢：從圖像(PICS)到藝術(ARTS) From PICS to ARTS

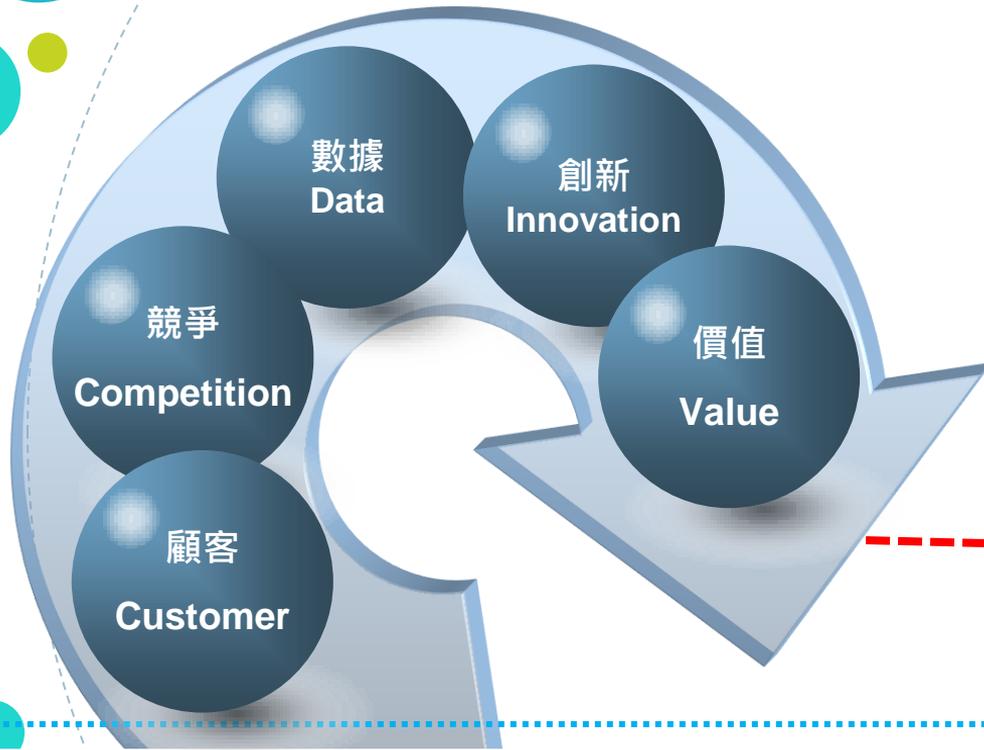


Old 3S transform into New 3S



# 企業數位轉型之內外部進程

## Internal Transformation



## External Transformation



A high-speed train with a white body, blue upper section, and red lower section is stopped at a station platform. The train is viewed from a low angle, emphasizing its length and speed. The platform has a yellow tactile strip along the edge. The station roof is visible, with a bright light source creating a lens flare effect on the left side.

**All Aboard  
Next Stop:  
Digital Transformation**