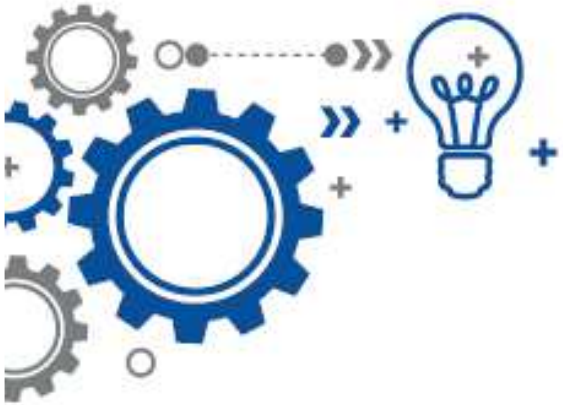


CONSIDI 4.0
Innovation on hand

豊田エンジニアリング株式会社
Toyota Engineering Corporation

IL SISTEMA TOYOTA NELL'INDUSTRIA 4.0
«MAKING THINGS IS MAKING PEOPLE»

LECTIO MAGISTRALIS DEL SENSEI SATOSHI KUROIWA

Senior Adviser, TOYOTA Engineering Corp.
Chairman, Association for Support of ESD 21
Visiting Professor, Kyusyu Institute of Technology
Former Toyota

Agenda

1. Introduzione: il contesto
2. IoT (Internet of Things):
3. Approcciarsi ad una fabbrica intelligente
4. Toyota Way e TPS (Toyota Production System)
5. Business innovation derivata dall'ICT enhanced TPS
6. Conclusioni

Ha lavorato per più di 30 anni in Toyota, maturando esperienza nella produzione di autovetture oltre che nell'Ingegneria Informatica.

Specializzato in **factory automation** e nell'IT a supporto del TPS (1980~2000).

Coinvolto in progetti di IMS e E-Commerce organizzati da METI

Attualmente è «visiting professor» al Nagoya /Kyusyu Institute of Technology e lavora per alcune NPOs, come ESD21 e APSOM

Cambiamenti strutturali nell'economia globale

Punti chiave

1. Globalizzazione dell'economia
2. Problemi legati all'ambiente e all'energia
3. Cambiamenti nella struttura dell'industria
4. Impatto nel settore manifatturiero dei nuovi IT vendors

ICT Sector

Vertical Structure (1950~1990) → Horizontal Structure → New era

IBM	DEC
All Products	All Products

CPU: Intel etc.
OS : Win, Mac, Linux
Apps : SAP, etc.
N/W : Cisco etc.
Peripheral : HP, Canon, etc.
PC : Dell etc.

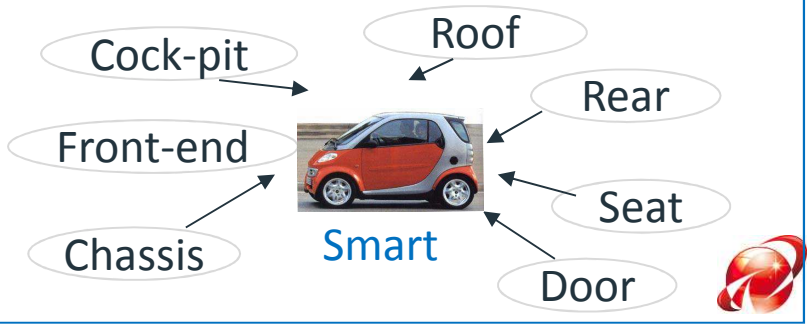
Google
Apple
Amazon
Facebook
Samsung
……

Auto Sector

1. Mega-competition
2. HV/EV/PHV/FCV
3. Car Modularization

Prius

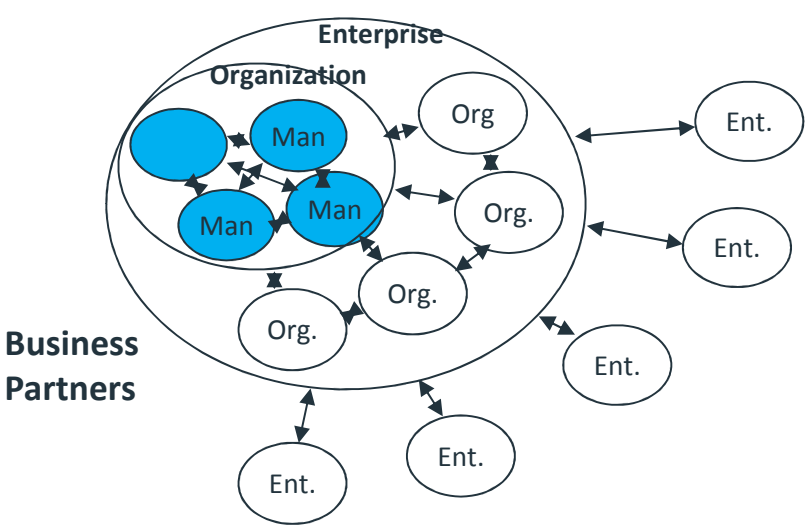
Mirai

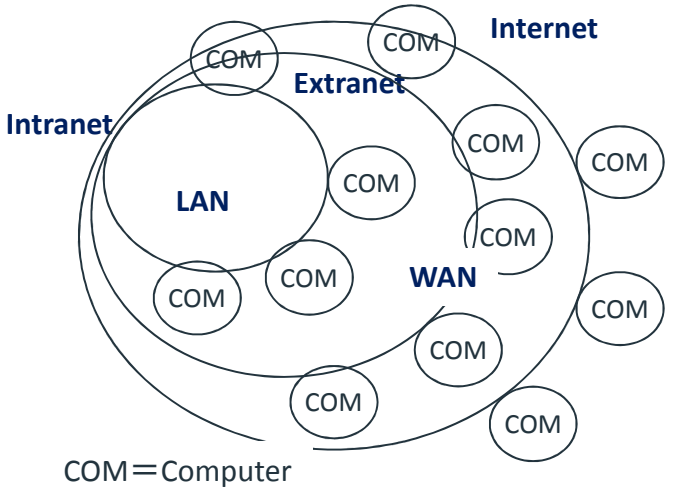


Analogia tra l'organizzazione di persone l'organizzazione fisica (Sistemi Macchine/IT)

L'elaborazione delle informazioni dai sistemi di persone e di macchine (IT) danno il valore aggiunto alle attività di Business.

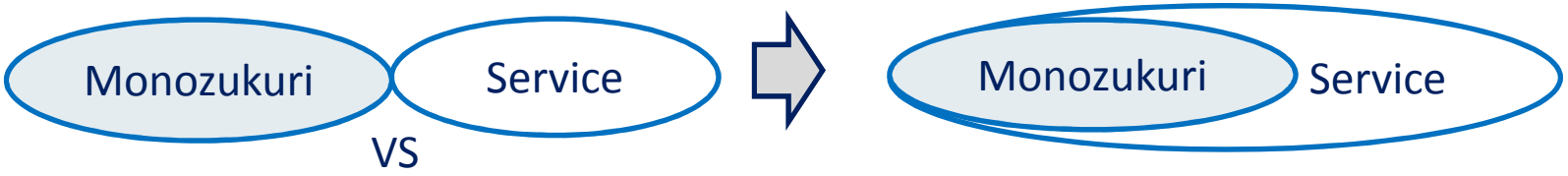
	Persone (Mente)	Computer (Software)	
Sistemi Persone	Organizzazione	Architettura IT	Sistemi Macchine/IT
	Management	Controllo	
	Comunicazione	Connessione	

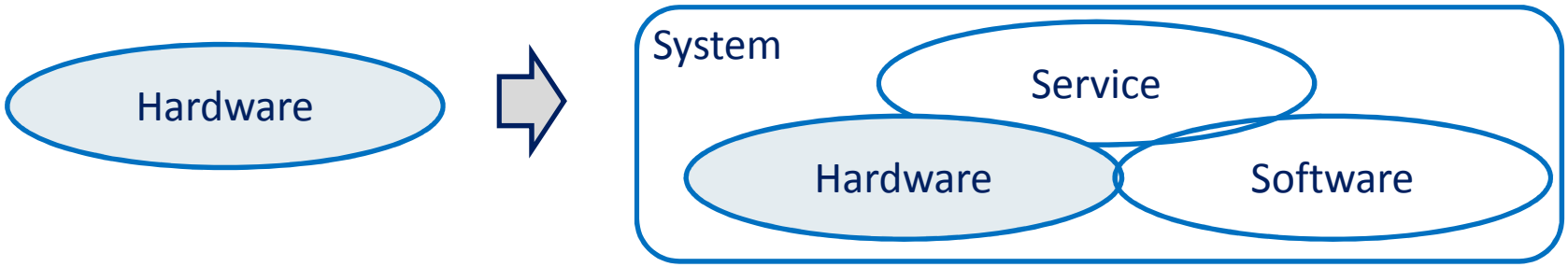




Office work＝Persone ＋ Macchine（IT） CAD/CAE/ERP/e-Mail
Production work＝ Persone ＋ Macchine（Robot） attrezzature

L'evoluzione del valore del Monozukuri

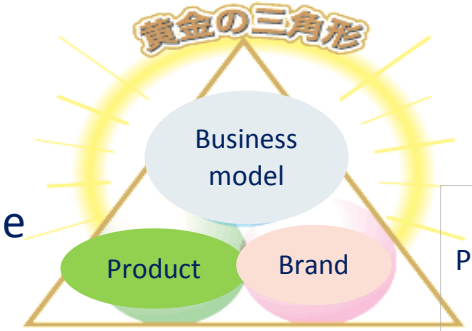




Utilizzare le nuove tecnologie ICT innovando i modelli di business per trasferire maggior valore nelle fasi di sviluppo e post vendita.

Apple's Golden Triangle

MAC, I-tune
I-pod, I-phone



Source: Adrian J. Slywotzky

Il valore aggiunto dalla produzione è sempre più ridotto
(Smile Curve)

Breve storia dell'ICT

70s	*80s*	*90s*	*2000s*	*Now*
Main-frame, LAN, VAN µCPU(1971)⇒PC			Internet	Mobile	Cloud, IoT, Big data, AI

40 Anni fa (IBM)

µCPU cambia il mondo dei computer DARPA/ARPA net a DOD negli USA

Intel 8008

NEC, TK80

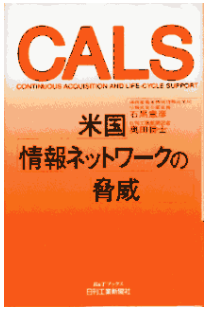
Fondazione di VLS Research Association (1975)
Nascita di E-nation Japan

20 Anni fa (Wintel)

Internet cambia il mondo della comunicazione

- Industry advanced information projects
- Accelerazione del global business

Progetti organizzati da METI



Presente (GAAF?)～

Crea nuovi modelli di business o a valore aggiunto attraverso IoT,
Big Data, AI e CPS

In Germania e USA

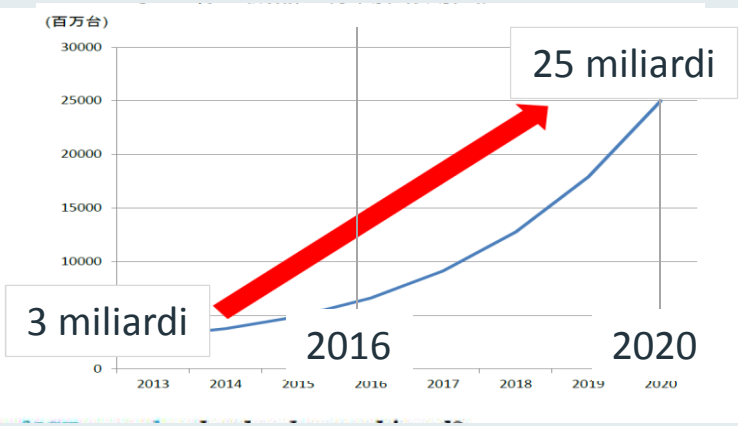
- Industria 4.0,
- Industry Internet Consortium

Attività METI

- Robot Revolution Initiative
- IoT Acceleration Association

L'accelerazione del cambiamento attraverso ICT

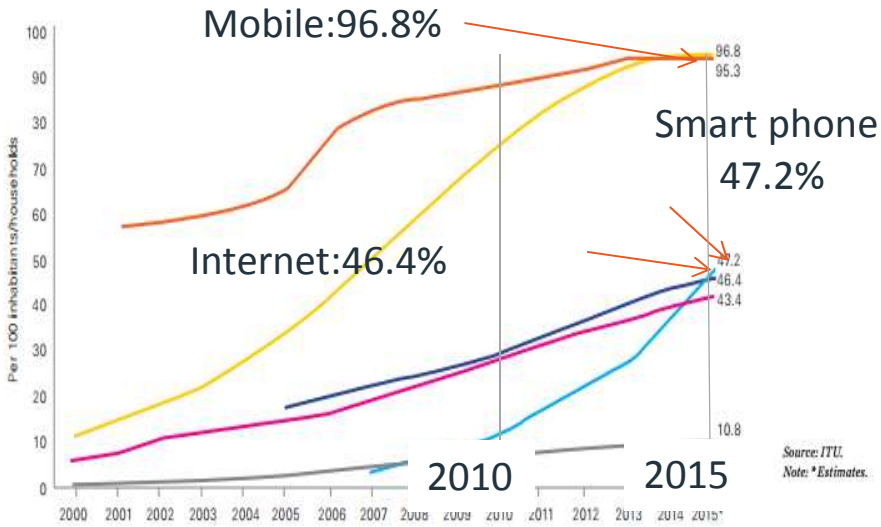
N. di dispositivi connessi attraverso IoT



Volume mondiale di dati

Velocità di calcolo dei supercomputer

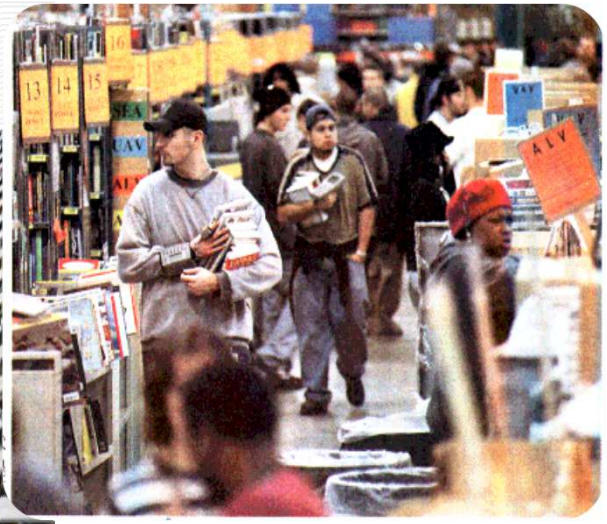
Diffusione mondiale di internet & mobile



Fonte: ITU ICT Facts and Figures in 2015

Possibili evoluzioni dell' AI

Passato, presente e futuro di Amazon



20 anni fa: kaizen teams per migliorare le attività di picking

Oggi: N di robot a magazzino: 15.000
Riduzione dei costi: 100 billion JPY

Amazon Prime Air

Nel prossimo futuro, Amazon utilizzerà la consegna a domicilio attraverso droni

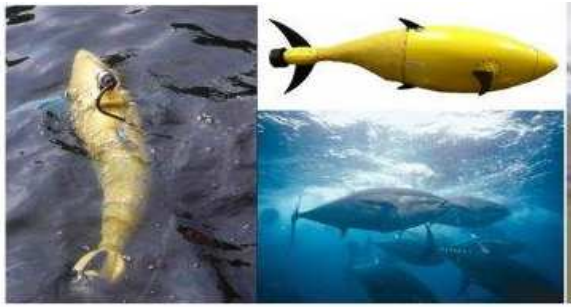
Veicoli autonomi di Google e TESLA

Quasi tutte le OEMs (Original Equipment Manufacturer) stanno sviluppando sistemi di guida autonoma (Google, TESLA, Apple, etc). Le auto di Google hanno percorso 1,4 milioni di miglia negli ultimi 6 anni e 3 milioni di viaggi virtuali al giorno.

EV (veicolo elettrico; "Modello S") TESLA Motor

IoT device e applicazioni

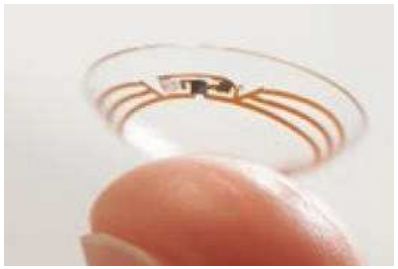
Il "nine gravity sensor" all'interno della palla. fornisce dati circa la direzone, la velocità di rotazione e visualizza la traiettoria della palla.



Bio Swimmer.
Boston Engineering: trova le mine navigando in maniera autonoma

Fedex spedizioni bagagli.
Attrezzatura 10x10 cm, GPS che fornisce la posizione, controlla la temperatura, pressione, umidità, e altri parameyri critici

Appendi abiti Facebook



Lenti a contatto intelligenti per controllo della glicemia

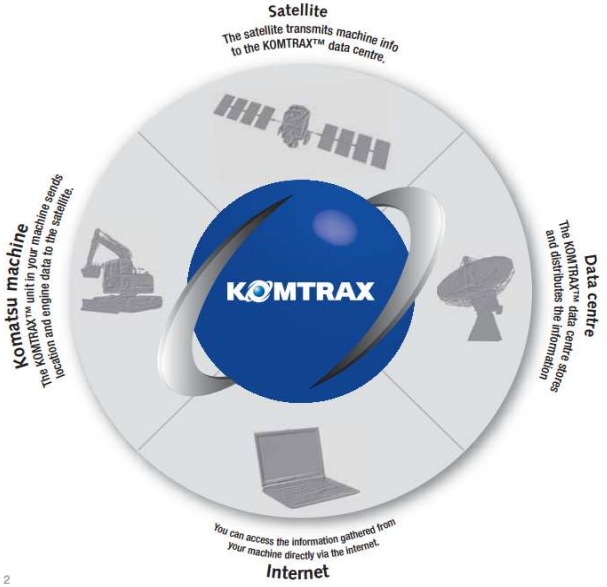
Google Glass in fabbrica: dipendenti Volkswagen

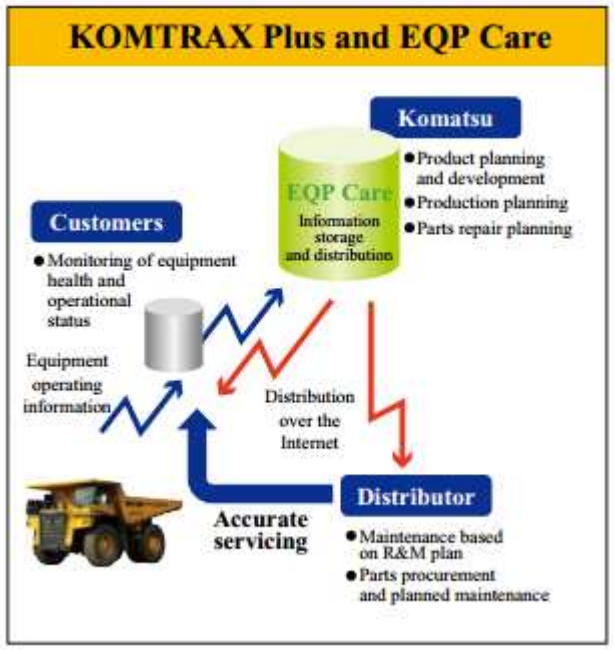
Kinetic
Dispositivo di sicurezza da polso

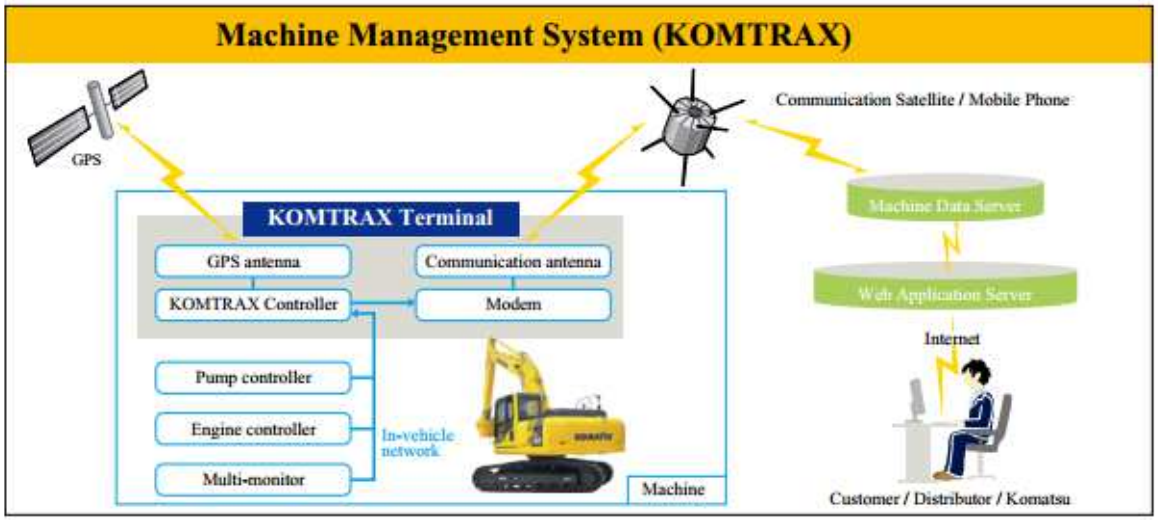
Riconoscimento visual di Uber

KOMTRAX, un esempio di IoT

Komatsu aggiunge l'antenna GPS e la scheda wireless ai propri macchinari che operano ovunque nel mondo. KOMTRAX è il sistema remoto di controllo satellitare di Komatsu che monitora costantemente lo stato e le funzioni delle machine movimento terra.







http://www.komatsu.com/CompanyInfo/views/pdf/201303/Views_No05_KOMTRAX.pdf

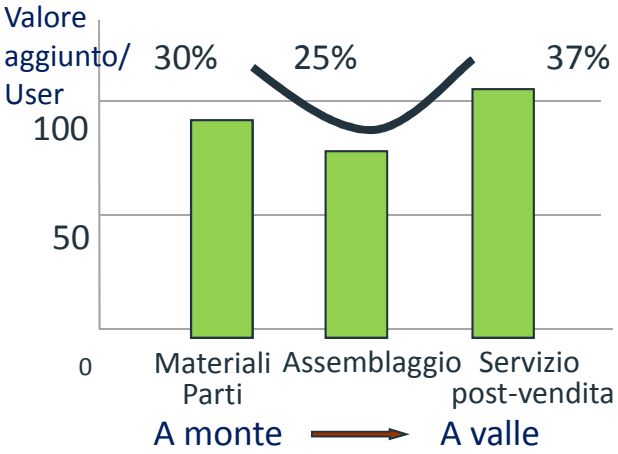
L'innovazione nell'automotive attraverso l'IT

Innovazione di Prodotto (EV/HV/PHV/FCV,---)
Innovazione di Processo Nuovi modelli di business

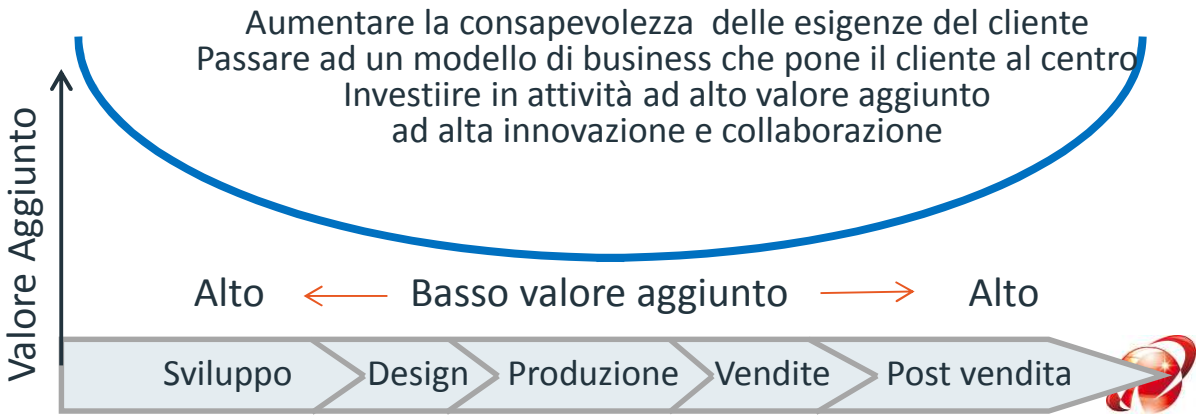
Impatto

Sviluppo	Approvvig.	Produzione	Vendite	Post vendita
Auto elettriche e sistemi IT integrati		Supply chain corta		Accordi con fornitori per integrare servizi mobile e cloud computer
Miglioramenti nella progettazione condivisa del sistema auto	Riduzione dei costi dovuta alla gobalizzazione delle forniture→ Maggior competizione sul prezzo		Attività kaizen di QCD attraverso l'IT	CRM, miglior contatto con il cliente
	Efficenza nei processi transazionali e di ufficio			Concorrenza nel mercato dei ricambi

Distribuzione del valore nell'industria automobilistica



Distribuzione del valore nel settore manifatturiero



Il Toyota Research Institute e il T-Connect

Toyota ha investito 1 miliardo di dollari nel Toyota Research Institute, azienda di R&D con focus in AI, big data e robotica.

Toyota ha lanciato "**T-Connect"** nel 2014.
Il servizio telematico successore
del **G-BOOK** nel 2002.

Il Presidente di Toyota e Gill A. Pratt (CEO TRI)

Le funzioni di T-Connect

Agent

Servizi con operatori digitali a voce interattiva con informazioni circa la manutenzione ordinaria e lo stato del veicolo

Apps

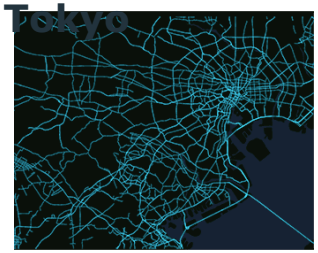
Applicazioni per informazioni al guidatore.
Fino a 20 installazioni previste.

Online Care

Come evoluzione delle funzioni in G-BOOK, quali "Help Net".
"Route search", fornisce ottimi consigli di guida usando informazioni VICS.

Utilizzo del sistema sociale dei Big-data

Center of Tokyo



Roadside sensor Data

Urtra sonick
Microwave
Opt beacon

Probe Data

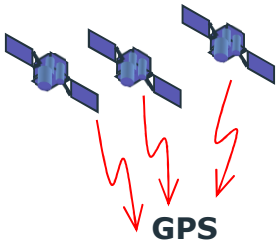
11/3/2011 14:46
Great East Japan Earthquake
at the time of the earthquake
Vehicle probe data

Conventional traffic control

Traffic Control Center

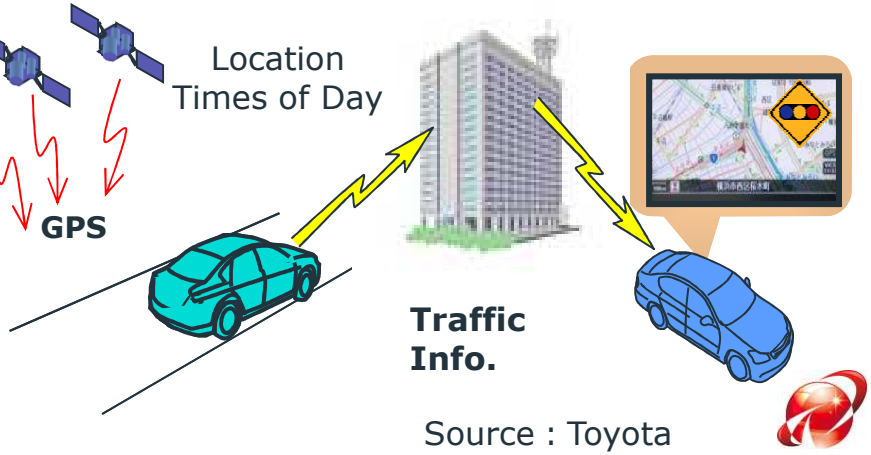
New Highway
traffic control
(No. of sensors 6500)

Probe system



Location
Times of Day

GPS



Traffic Info.

Source : Toyota

Uno dei nuovi business Toyota: robot umanoidi

Evoluzione del rapporto uomo macchina
Alternativa (separazione) ⇒ Cooperazione ⇒ Fusione

Nissan, Pepper(100) per il supporto alla vendita

Fonte: carview

Pepper per l'analisi nei siti produttivi

Connettere il robot al cloud per:
- Localizzazione guasti,
- Monitoraggio struttura

Robot industriale (1980~)

Robot collaboratore (2000)

Robot per cure mediche e per la compagnia

Boarded support robot

HSR (Human Support Robot)

http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/partner_robot/technical_presentation/

4 step nella transizione dei prodotti connessi all'IoT

Monitoraggio	Controllo	Ottimizzazione	Autonomia
Stato, funzionamento , utilizzo del prodotto	Controllo delle caratteristiche del prodotto	Miglioramento delle performance di prodotto Diagnosi e servizi di prevenzione	Funzionamento automatico: Auto-diagnosi Auto-riparazione

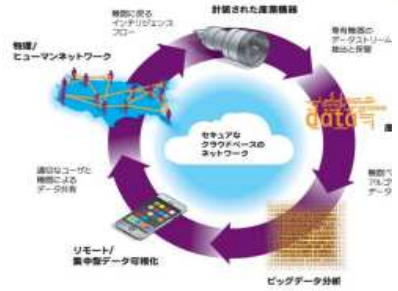
Pensavo che questa azienda fosse un produttore di trattori. Ma adesso competiamo nella consulenza industriale per la gestione del business agricolo

Source：*Michel E. Porter, James E. Heppelmann, Diamond Harvard Business Review, April 2015*

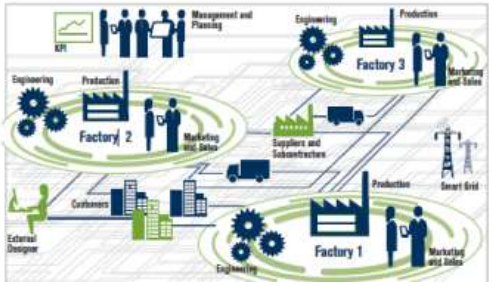
Industry 4.0
nel mondo

Iniziative e consorzi di cooperazione in tema di manufacturing

IIC
since2012



Industrie4.0
since2011



中国制造2025
since2015

RRI
since2015

IoT

IoT Acceleration Consortium

General Conference
Chairman
Vice Chairman
Steering Committee (15members)

IVI Industrial Value Chain Initiative

Academia collaboration

Mazak · YAZAKI · YASKAWA · RICOH imagine. change. · MITSUBISHI · MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS · Nakamura-Tome Precision Industry · Kajima · KOMATSU · IHI Realize your dreams · NATO · NISSAN MOTOR CORPORATION · OKUMA · FUJITSU · JTEKT · MiSUMi · MITSUBISHI ELECTRIC · Fuji Electric · SUMITOMO ELECTRIC · OMRON · BOSCH · TOYOTA · HONDA · DAIFUKU · Kawasaki · MES · brother · mazda · HITACHI · DENSO · Canon · NEC · TOSHIBA · KOBELCO · Nikon · Panasonic · YOKOGAWA · TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.

Robot Revolution in Giappone

Lo scopo dell'iniziativa: portare il mondo all'utilizzo dei robot nell'era IOT.

WG1: Business rivoluzionato dalla produzione con l'IoT
WG2: Robot application
WG3: Robot Innovation
Membri: 351 Imprese

A partire da 5/2015
https://www.jmfrri.gr.jp/

- Giappone come nazione leader nella robotica.
- Il Giappone è un paese industrialmente evoluto e complesso, caratterizzato dal basso tasso di natalità, dalla longevità della popolazione e con infrastrutture datate: contest ideale per l'utilizzo della tecnologia dei robot
- La Cina e gli altri paesi emergenti stanno aumentando gli investimenti in robotica

Cos'è la rivoluzione dei robot?

1. Significativo evoluzione dei robot (autonomia, capacità di elaborazione dei dati, interconnettibilità). Perfino le auto, l'elettronica di consumo , i telefoni e le abitazioni sono diventati robot.
2. Utilizzo dei robot per diverse applicazioni, dalla produzione alla vita di tutti i giorni
3. La soluzione di problemi sociali e il rafforzamento della competitività globale in una società nella quale i robot creano nuovo valore

Verso la rivoluzione dei Robot

I tre pilastri per realizzare la rivoluzione

1. Diventare un centro mondiale di innovazione nel campo della robotica
2. Diventare la società che guida l'impiego dei robot a livello mondiale (PMI, medicale, infrastrutture)
3. Guidare il mondo con la robotica nell'era dell'IoT (Robot collegati tramite l'IT utilizzando big data, interconnetività e intelligenza artificiale)

Consorzio di accelerazione dell'IoT in Giappone

- Presidente
- Vice presidente

Comitato direttivo (15 membri)

Inizio lavori
10/ 2015

Corporate member
2530

Gruppo di lavoro sullo sviluppo tecnologico
(forum di accelerazione per l'IoT intelligente)
Sviluppo, dimostrazione e standardizzazione delle tecnologie dell'IoT collegate in rete

Gruppo di lavoro sui modelli di business avanzati
(Laboratorio di accelerazione dell'IoT)
Creazione di modelli di business, miglioramento dell'ambiente di lavoro.

Gruppi di lavoro specifici da stabilire a seconda delle priorità che emergeranno.
(sicurezza, privacy)

http://www.iotac.jp/

Cooperazione

Ministero degli Affari Interni e Comunicazioni, Ministro dell'Economia, Commercio e Industria
Ministeri e agenzie legate:
Istituto nazionale dell'Informazione e delle tecnologie di comunicazione (NICT), JIPDEC etc.

Campi di promozione

-Produzione –Mobilità-Medicale– Instrasfrutture, Costruzioni
-Energia-Agricoltura- Logistica-Amministrazione –Sicurezza industriale
-Finanza – Case Intelligenti -Turismo -Educazione

IVI (Industrial Value Chain Initiative)

IVI è un forum per la ricerca di un unica vision che che integri l'IT con il *Monozukuri* rispettando il punto di vista di ciascuna azienda.

Istituzione
Giugno 2015

Fondatori

Y.Nishioka
IVI Presidente
Professor, Hosei Università
APSOM, Vice Chairman

Comitati
- Comitato di cooperazione commerciale
- Comitato di promozione degli standard
- Comitato di accreditamento

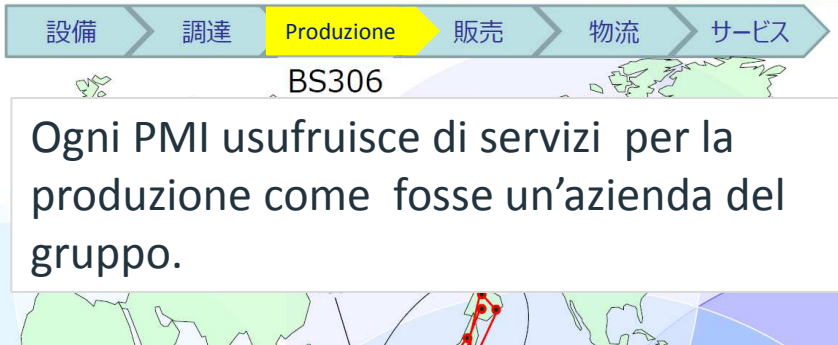
Membri

Propone il Business Model della catena del valore, attraverso simulazioni di scenari risultanti dalle attività del gruppo di lavoro.

Esempi di gruppi di lavoro (20 in totale)	Facilitatori
▪ Gestione del ciclo di vita degli asset	Toyota
▪ Manutenzione in tempo reale per mezzo di info condivise	Omron
▪ Cooperazione continua tra Industrializzazione e Produzione	Kawasaki
▪ Standardizzazione dell'interazione tra uomo e macchina	Toyota

B2B: network tra le aziende connesse

Condividere le informazioni sui problemi degli impianti e accelerare le iniziative di miglioramento.



Ogni PMI usufruisce di servizi per la produzione come fosse un'azienda del gruppo.

Risolvere i problemi di fornitura delle aziende congiuntamente.

Servizi post vendita più veloci e assistenza da remoto.

Gestione della linea produttiva con l' IoT

- Gestione del ciclo di vita delle attrezzature, raccolta dei dati sulle attrezzature, previsione dei guasti e test per la simulazione e la risoluzione dei guasti.
- Ottimizzazione delle risorse di produzione con dati affidabili.

LE ORIGINI DEL MONOZUKURI SECONDO TOYOTA

1. Spirito di iniziativa

Dedicati alla ricerca delle soluzioni. (Toyota's platform)

2. Principio del *genchi genbutsu* (Go and see: 現地現物)

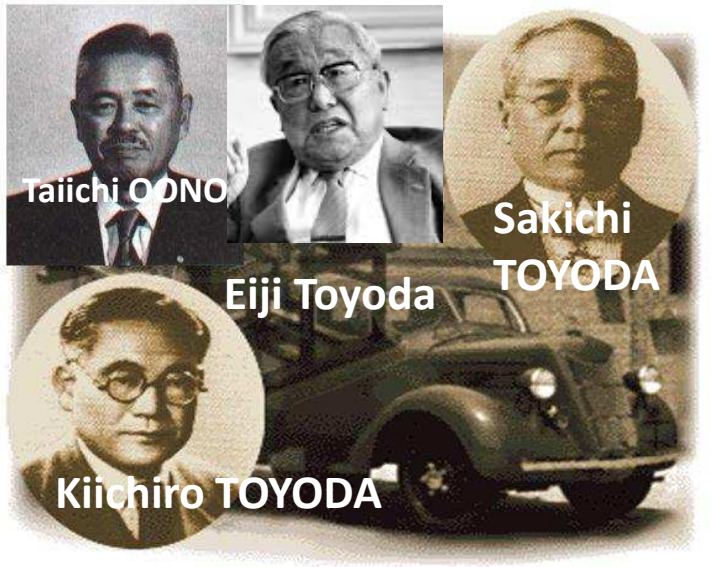
Prova! Non preoccuparti di sbagliare (Sakichi Toyoda)
Gli ingegneri che non si lavano le mani dall'olio almeno tre volte al giorno non sono veri ingegneri. (Kiichiro Toyoda)

3. Coinvolgimento totale

Buoni prodotti, buoni pensieri (slogan aziendale sulla creatività)

4. Making things is making people

"Sono le persone a costruire le nostre auto, nulla può iniziare senza averli formati ed educati." (Eiji Toyoda)



Toyota Production System (TPS),
Toyota Way

"Toyota Way 2001": la Filosofia aziendale

Istituita come action plan fondata sui "principi Toyota"
Basato sul TPS, "le persone sono la risorsa più importante da gestire."

Controllo visual e condivisione delle informazioni in tutto il mondo Toyota

Miglioramento Continuo

- **Challenge** — Creiamo una visione di lungo termine, affrontiamo le sfide con coraggio e creatività per realizzare i nostri sogni.
- **Kaizen** — Miglioriamo l'operatività del nostro business continuamente, sempre muovendoci verso l'innovazione e l'evoluzione.
- ***Genchi Genbutsu*** — Andiamo alla fonte per trovare gli elementi idonei a prendere decisioni, costruire consenso e raggiungere i risultati.

Rispetto per le persone

- **Teamwork** — Rispettiamo gli altri, facciamo ogni sforzo per capirci l'un l'altro, ci prendiamo le responsabilità e facciamo del nostro meglio per costruire la fiducia reciproca.
- **Respect** — Stimoliamo la crescita personale e professionale, condividiamo le opportunità di sviluppo e massimizziamo le performance del team e dell'individuo

Cos'è il TPS?

"Prima il Cliente"

- **JIT** (Just-In-Time)
- ***Jidoka*** (Autonomazione)

OBIETTIVO: Creare team e persone che perseguano delle attività Kaizen alla ricerca costante del sistema ideale

Sistema Ideale: Costruire processi che garantiscano il flusso continuo

Scopo del JIT: Ridurre il lead-time eliminando gli sprechi (*Muda*)

Il modello ideale del TPS è un'orchestra sinfonica

Armonizza sistemi autonomi decentralizzati !!!

Primi passi verso il TPS

1. Consapevolezza del TPS
2. 5S
3. Visualizzazione

I passi per applicare il TPS

Migliorare la consapevolezza

- Forte volontà del Top management
- Lavorare sulla Consapevolezza del TPS/Lean , 5S (Seiri, Seiton, Seiketsu, Seiso and Shitsuke) e Visual Management

Migliorare le operations

- Definizione dei “Muda” ; Eliminazione dei “Muda”
- Produzione continua “pull”
- Produzione livellata: ridurre il tempo di set-up
- Standardized work: Jidoka, visual control

Migliorare le attrezzature

Prima migliora i processi e solo poi acquista nuove attrezzature (incluso Information Technology).

- Costa troppo.
- Difficile investire 2 volte!!

Global Factory Benchmark: TPS Certificate

- Obiettivi a lungo termine raggiungibili con attività di miglioramento TPS
- Fare un piano annuale di attività da implementare
- Revisione basata sui risultati dell'attività annuale

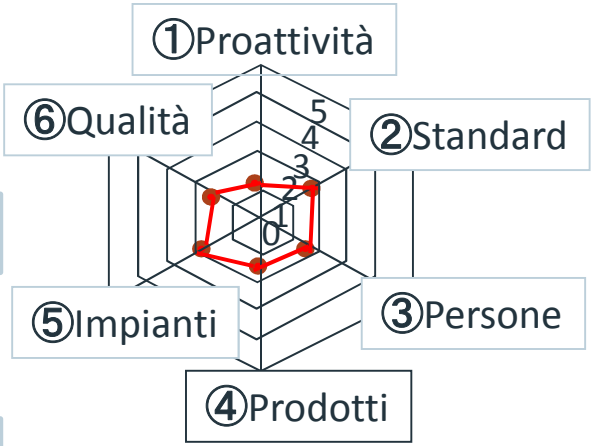
Grade: 1~5
USA =1.0~3.0
Korea =1.0~3.0
China =1.0~2.0
Japan =1.0~4.5

Valutazione degli elementi base del Total TPS

- Utilizzo della check list per la valutazione dell'azienda
- Punteggio da 1 a 5 su ognuno dei 6 temi

Tema da verificare	Contenuti
①Proattività	-5S,visualizzazione,motivatione
②Standard	-Sviluppo di Standard work
③Persone	- Rispetto degli standard
④Prodotti	-Magazzini, logistica, scorte
⑤Impianti	-Manutenzione, set up, livellamento
⑥Qualità	-Qualità nei processi

Azienda A



Media=1.6

Obiettivo=4

TPS+ICT in uno stabilimento Fujitsu PC

Applicazione del TPS con Kanban (2015 Monozukuri Nippon Grand Award Winner)

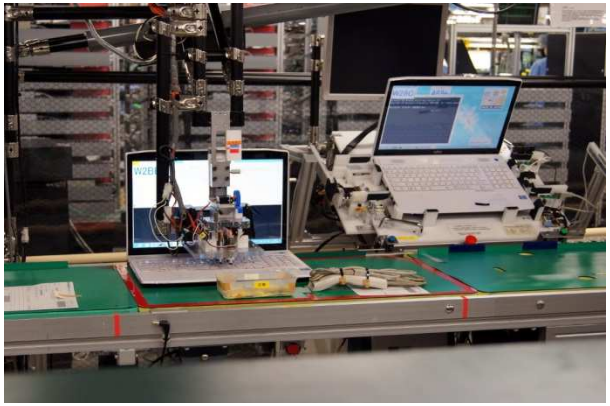
http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1310/17/news013.html

Bordo linea: Circuiti stampati

Applicazione del Kanban

Andon display

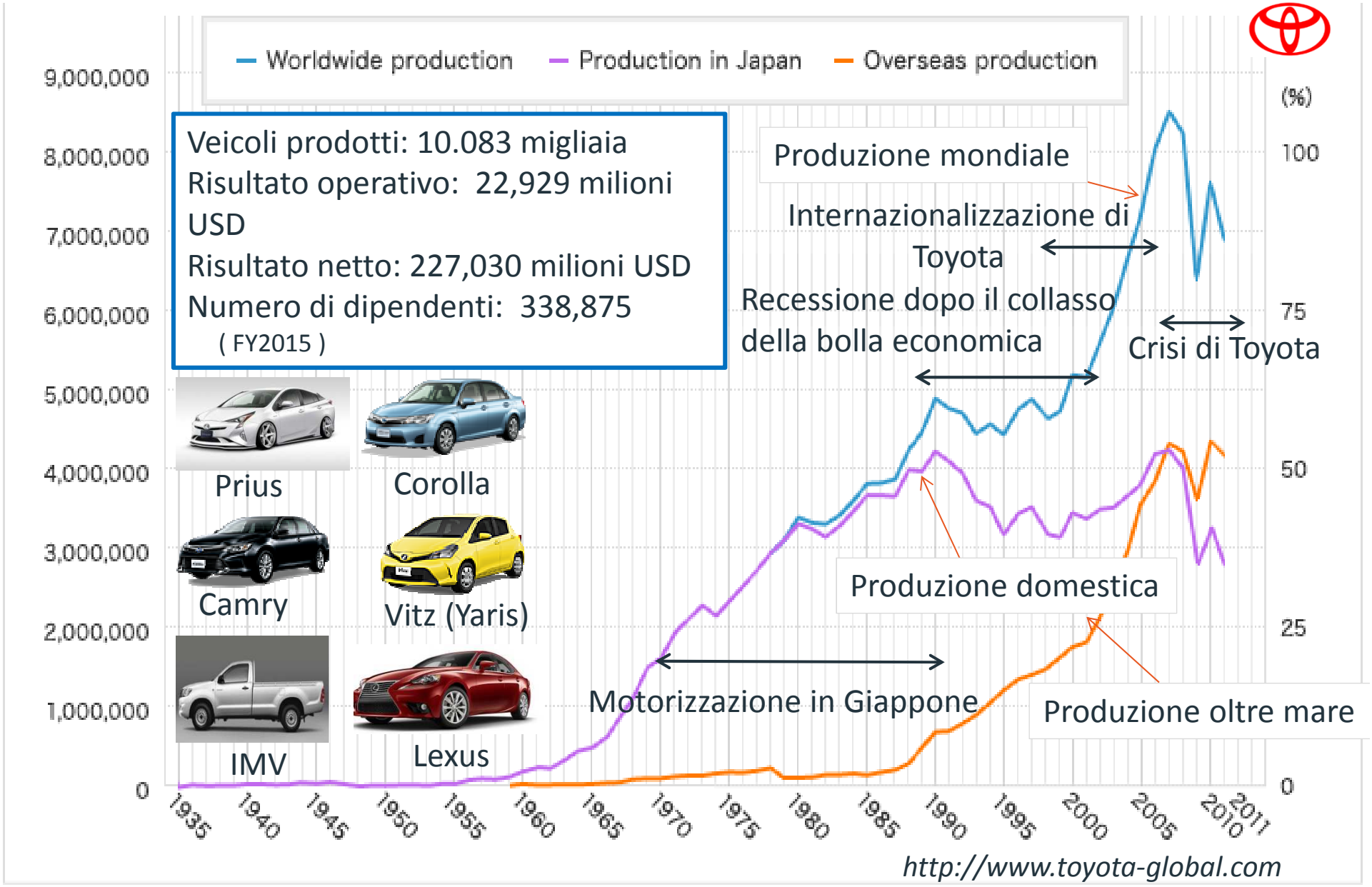
Prelievo componenti. RFID tag, verifica, carico



Avvitatrice automatica

Esecuzione packaging

La produzione di Toyota

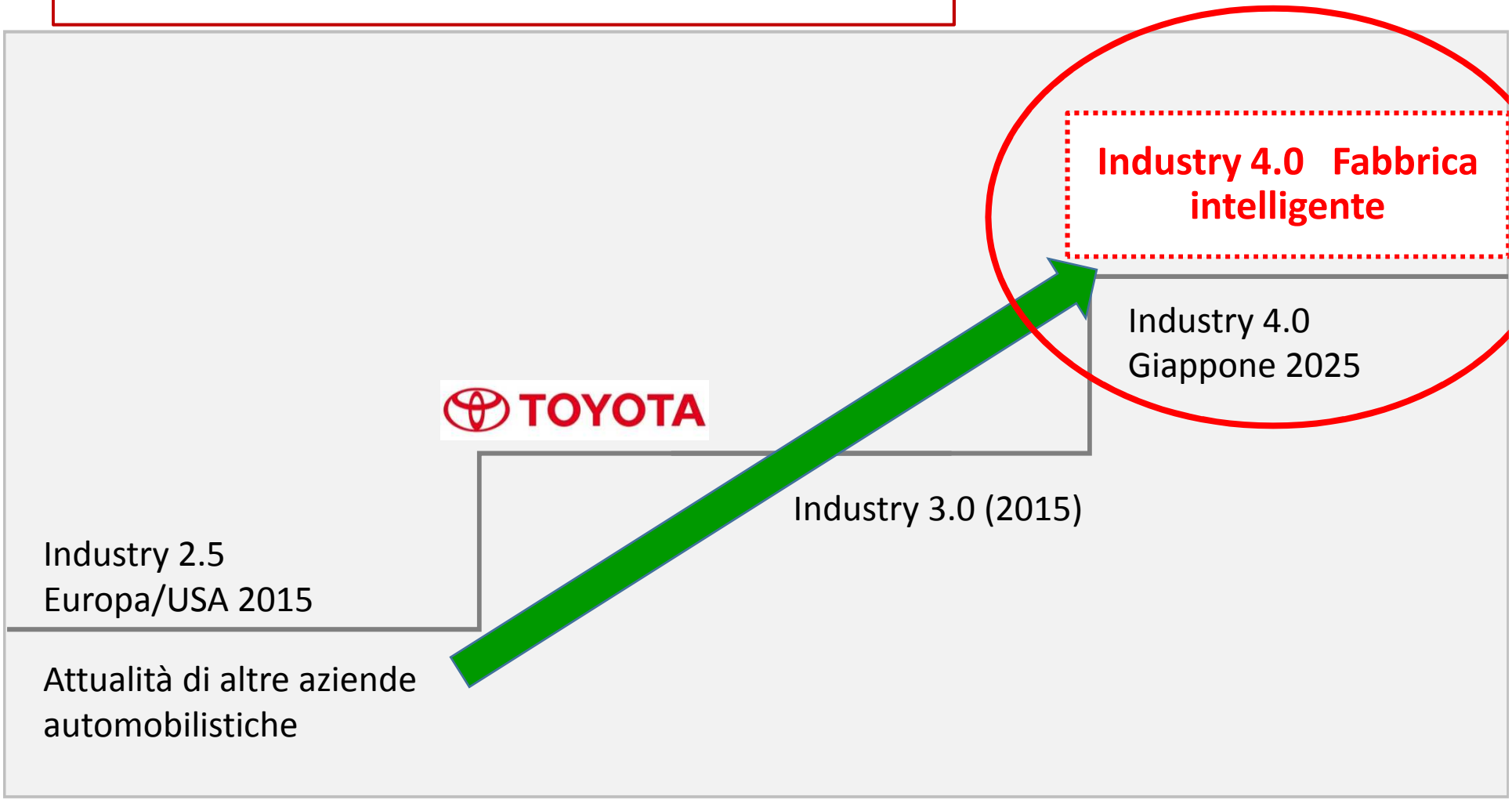


http://www.toyota-global.com

Filmato

Il Percorso di Toyota verso l'Industry 4.0

Industry 4.0 : il percorso nel settore automobilistico



Il Percorso di Toyota verso l'Industry 4.0

TOYOTA → Industry 4.0

Livello	Industry 3.0	Industry 4.0
Processo di stampaggio	No uomini + ispezione visiva umana Cambio stampo automatico 30 secondi	Automazione completa Ispezione visiva AI (intelligenza artificiale)
Processo di saldatura	MAIN=Automazione (ROBOT) SUB Processo＝disposizione dei componenti presidiata	Automazione completa Disposizione dei componenti＝AI (Intelligenza artificiale)
Processo di verniciatura	Automazione quasi completa (ROBOT)	Automazione (AI) della preparazione della produzione
Processo di assemblaggio	Automazione parziale	Automazione completa
NETWORK Controllo della produzione	Sistema IT (REAL TIME su ogni minuto); RFID (wifi) Asincrono ogni minuto	Gestione immediata della produzione (sincrono); IoT Previsione fallimenti (Intelligenza artificiale)

Toyota
Industry 4.0

Sviluppo delle risorse umane e sistema di formazione

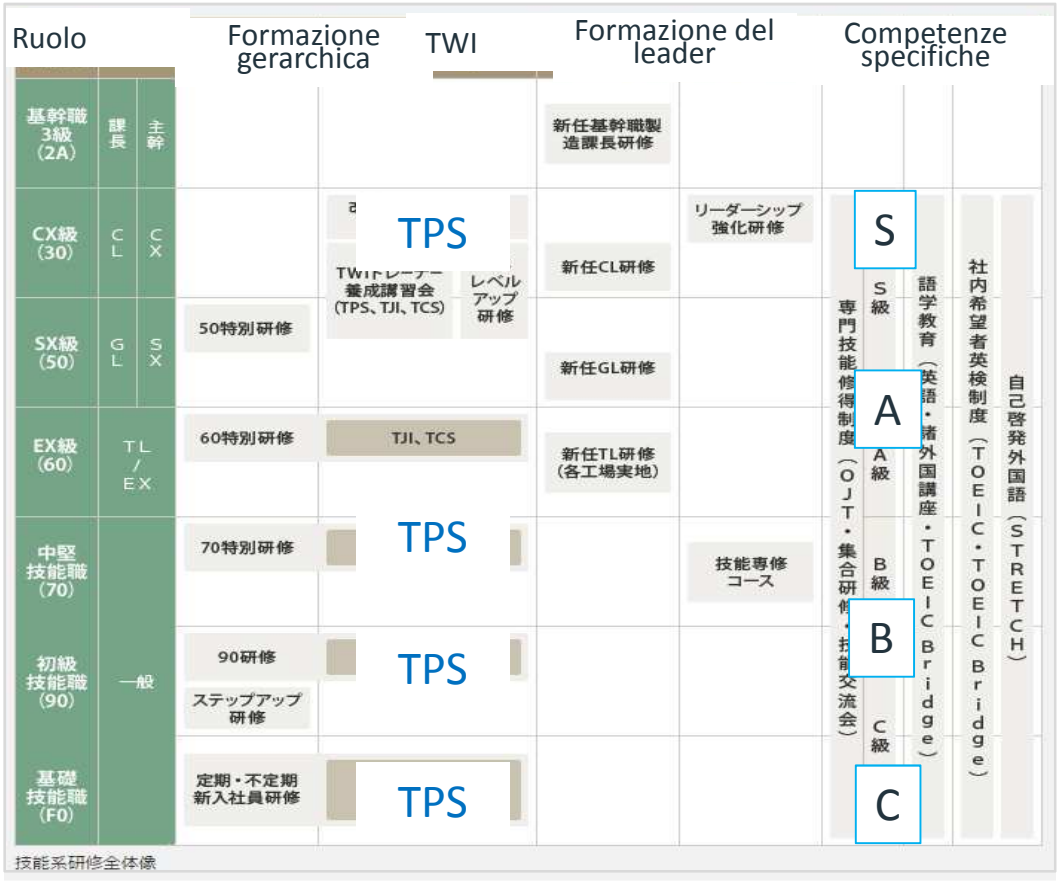
CONSIDI
Strategia del miglioramento

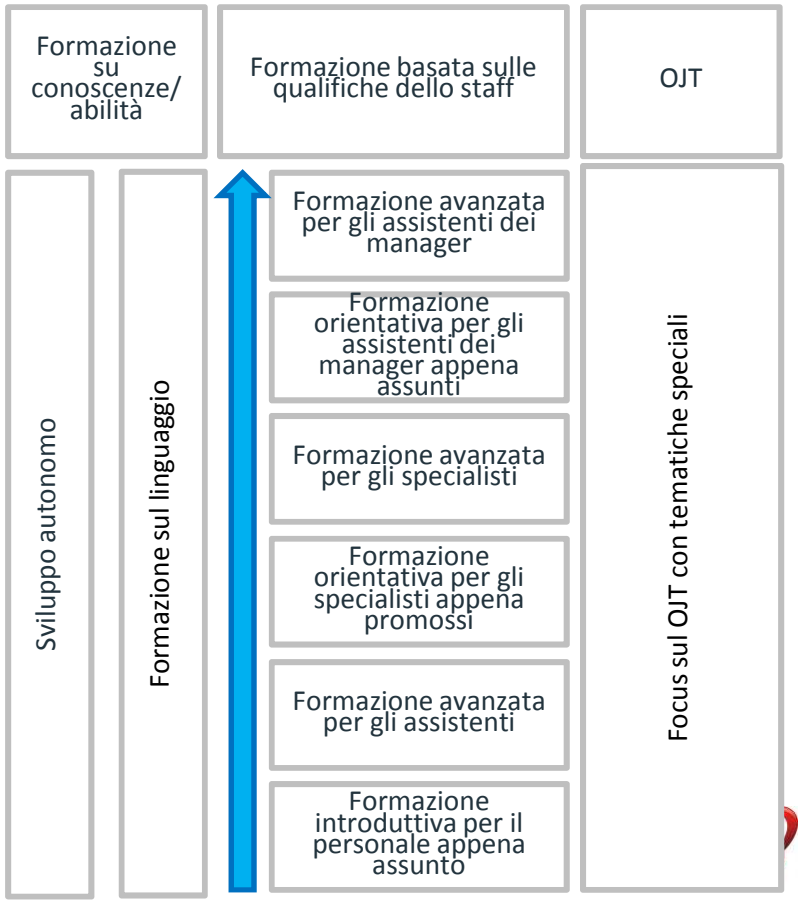
1. Condividere i valori e seguire le linee guida del Toyota Way 2001
2. Promozione della crescita personale attraverso il lavoro
3. Costruzione della capacità del singolo dipendente
4. Focus sul “On The Job Training” OJT

Formazione a livello aziendale per supportare lo staff di professionisti

Opuscolo "Toyota-Developing People“

Sistema di formazione per le persone qualificate





Business Innovation & TPS

I 3 approcci alla business innovation di Toyota

1. Attività TQM (Total Quality Management)
   Sviluppo del Toyota Production System (TPS) nel Toyota Development System (TDS)
   & Toyota Marketing System (TMS)
2. BR (Business Reform) Program
   Attività di Business reengineering (ex. VI program)

3. Utilizzo dell'IT (Information Technology)
   Sviluppo prodotto, produzione & logistica, vendite & servizi

Attività di Business innovation basate sul TPS

Prima migliora i processi, solo dopo introduci automazione (IT)

TPS — TPS è una filosofia di management ed il DNA di Toyota

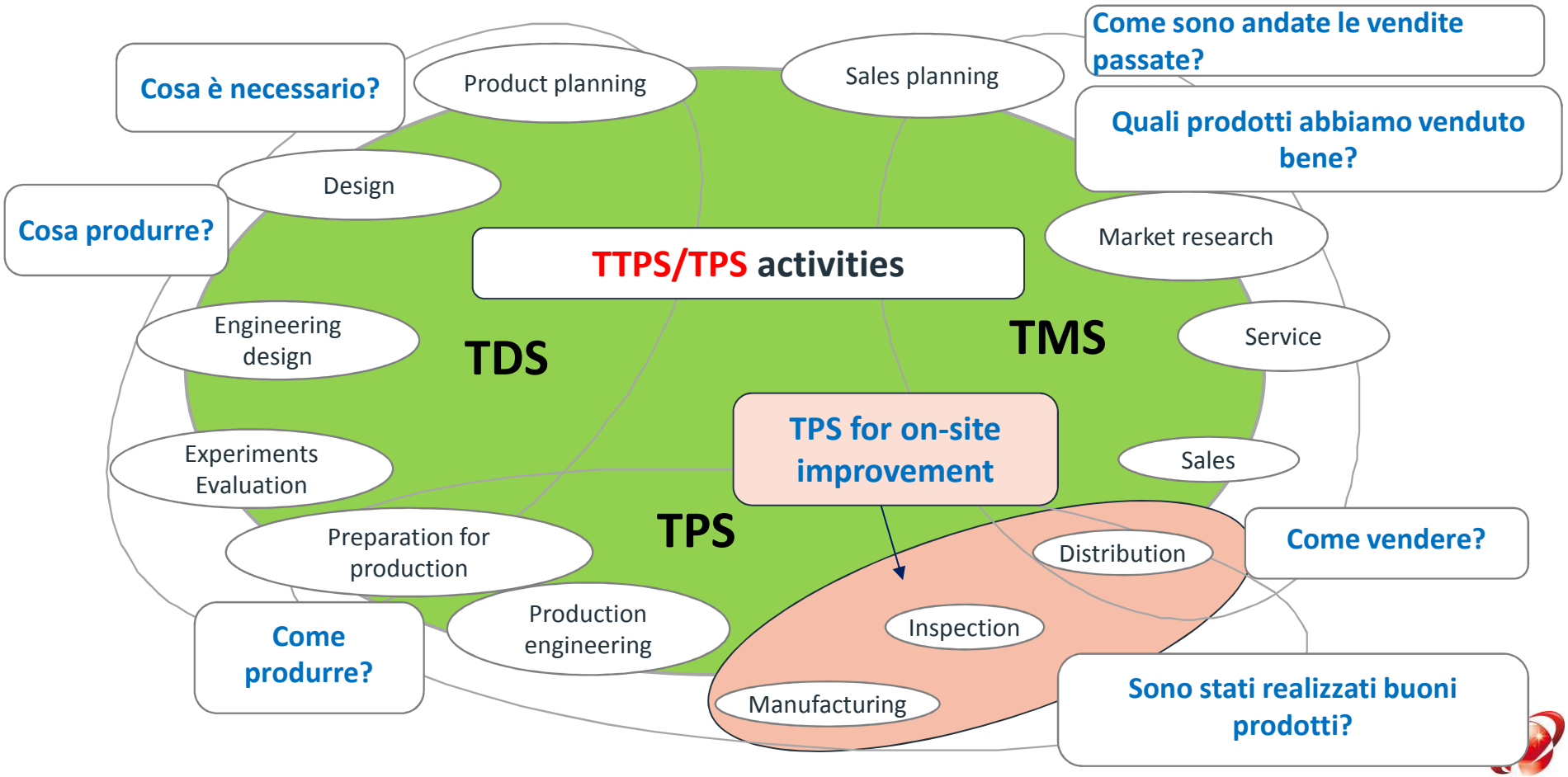
Obiettivo — Non c'è innovazione senza miglioramento (Kaizen)
Creare un'organizzazione delle risorse umane che migliora continuamente con una tensione al 'To Be' ideale

Attività TQM - TTPS
(Total Toyota Production System)

Principi delle attività TTPS

Attività basate sul **TPS**

- TPS (Toyota Production System)
- TDS (Toyota Development System)
- TMS (Toyota Marketing System)



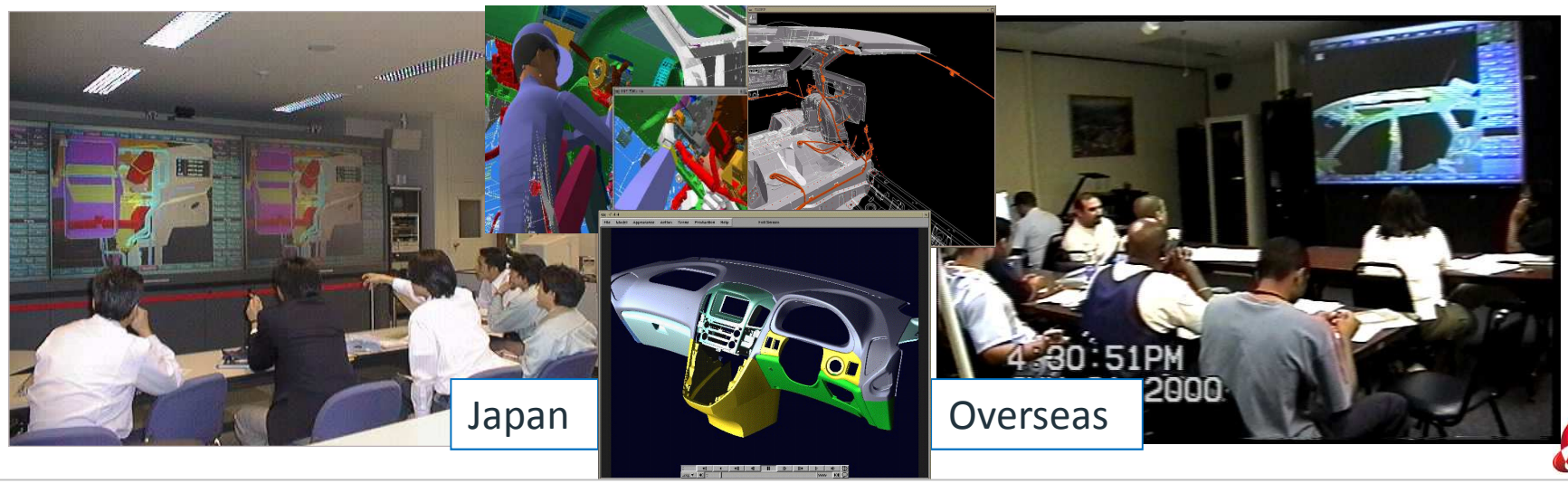
Esempio: Digital engineering per un QCD migliore

Collaborazione tra business partner, utilizzando digital engineering a supporto dello sviluppo di una nuova auto con target di cost obiettivo, riducendo i costi, Lead Time e con qualità migliore.

Know-How DB in Sviluppo/Processo/Assemblaggio. Digital simulation e TV meeting system.

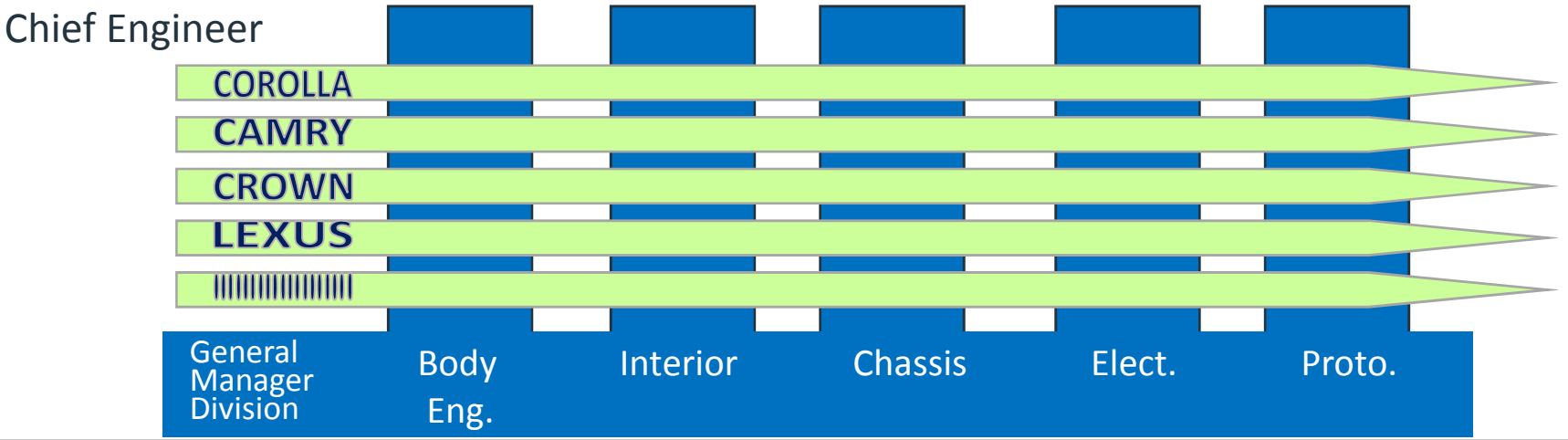
Applicazioni

- Collaborazione tra Product Designer（Telaio, Parti, Unità）
- Digital Assembly（Workability, Interferenze, Qualità, Estetica）
- Factory Building, Process Plan, Equipment Plan

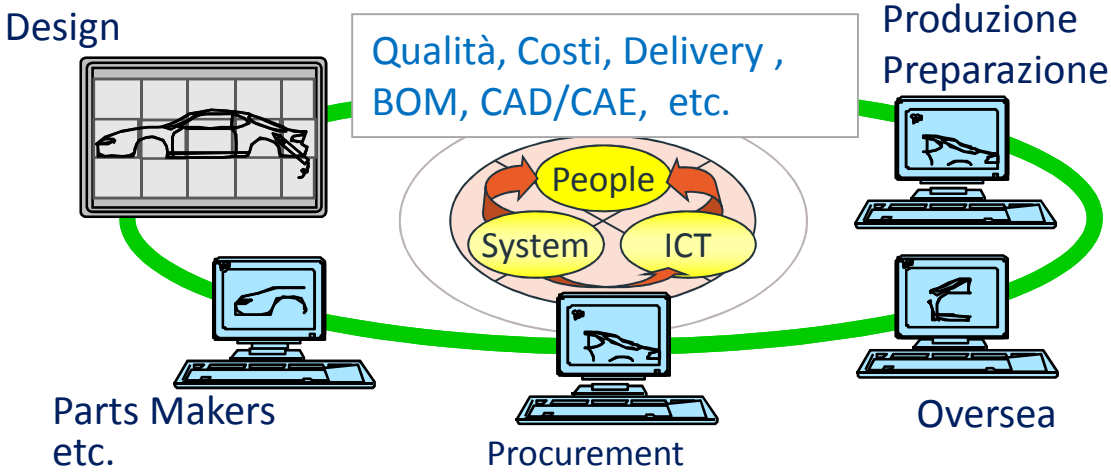


Esempio: Comunicazione e migliore collaborazione

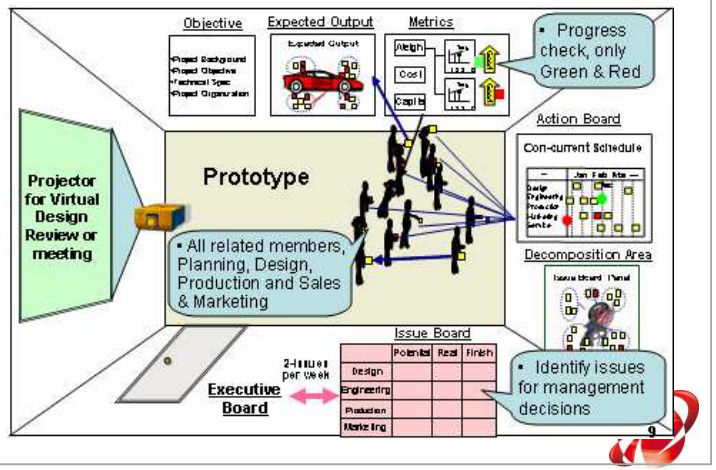
Il Chief engineer e il sistema Oobeya svolgono un ruolo critico per la condivisione delle informazioni a supporto dello sviluppo di una nuova auto



Condivisione delle informazioni con digital engineering e ICT

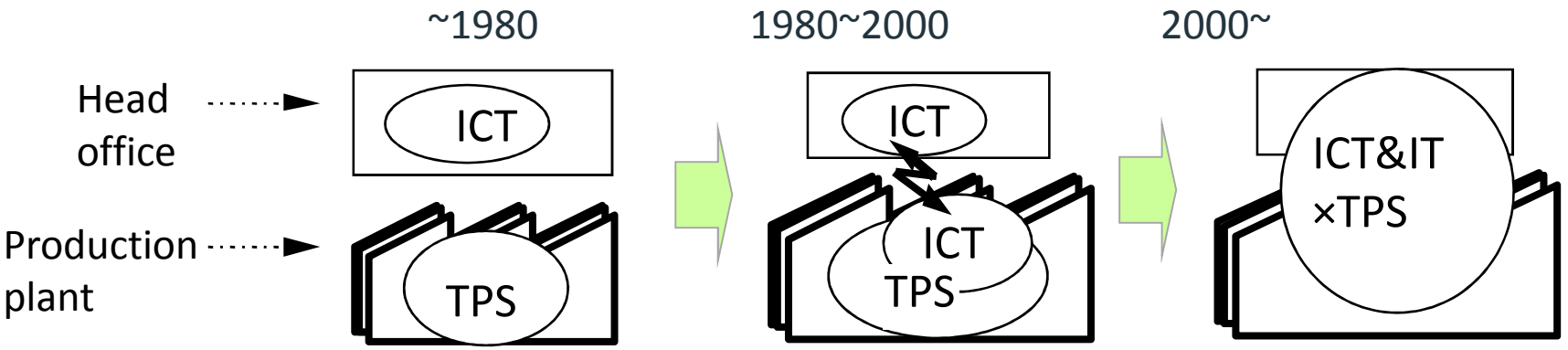


"Oobeya" （大部屋）

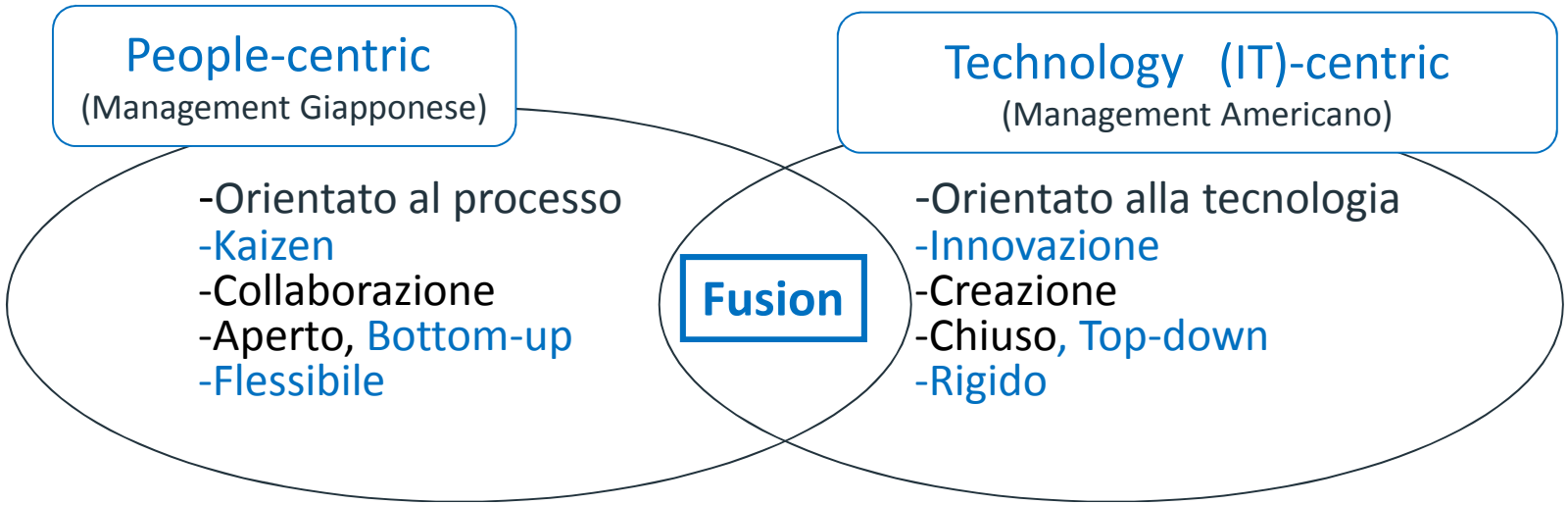


Fusione del TPS con ICT/IT

Con le innovazioni tecnologiche il TPS continua ad evolversi



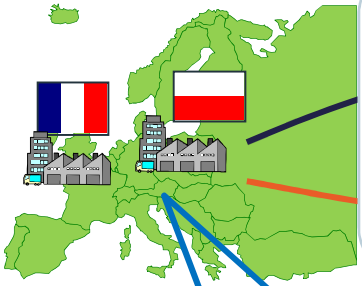
TPS= Toyota Production System
ICT＝Information Systems　IT= Information Technology



Esempio: Condivisione delle informazioni tra plant da remoto

Introdotto nel 2002, tra Toyota France e lo stabilimento Toyota

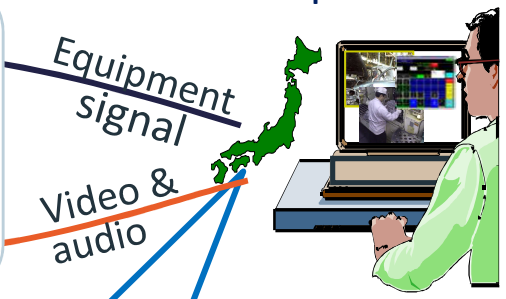
Oversea

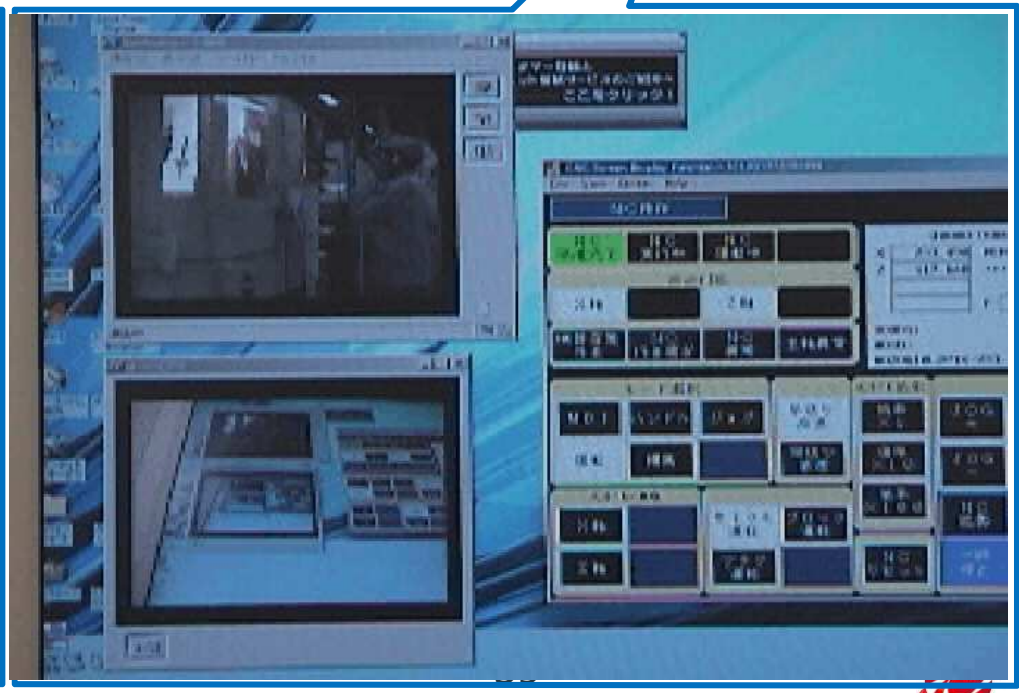


- Real-time monitoring
- Mobile TV conference

- Machine information
- Control information
- Equipment failure correspondence
- Productivity kaizen guidance

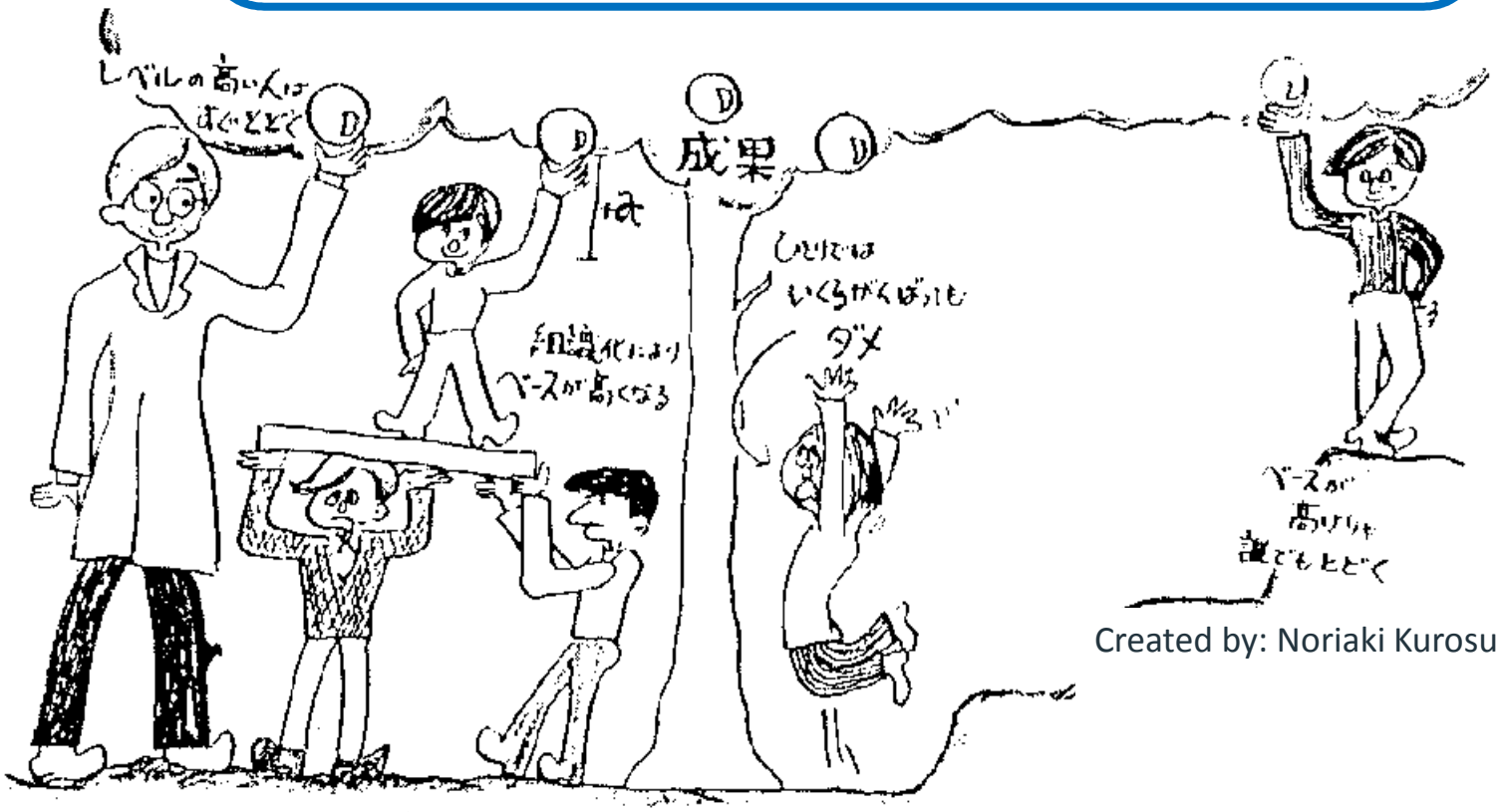
Japan





Concludendo

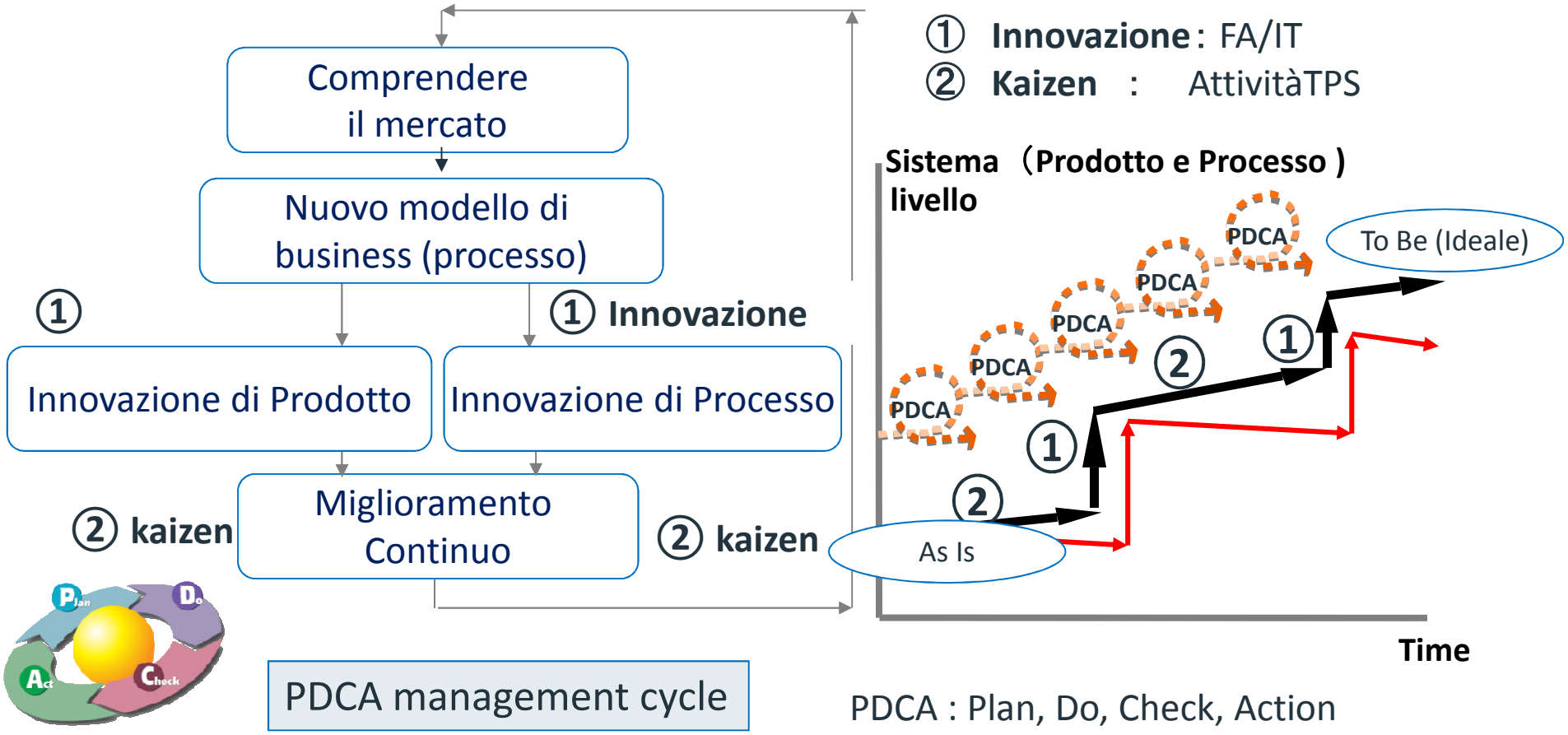
- Le persone sono la risorsa più importante
- Sistema/organizzazione autonoma decentralizzata
- La continuità è forza
- L'organizzazione è forza
- Gli sforzi sorpassano la genialità



Created by: Noriaki Kurosu

Concludendo: Ciclo kaizen e innovazione

La svolta è sinergia tra kaizen e innovazione (grande kaizen)



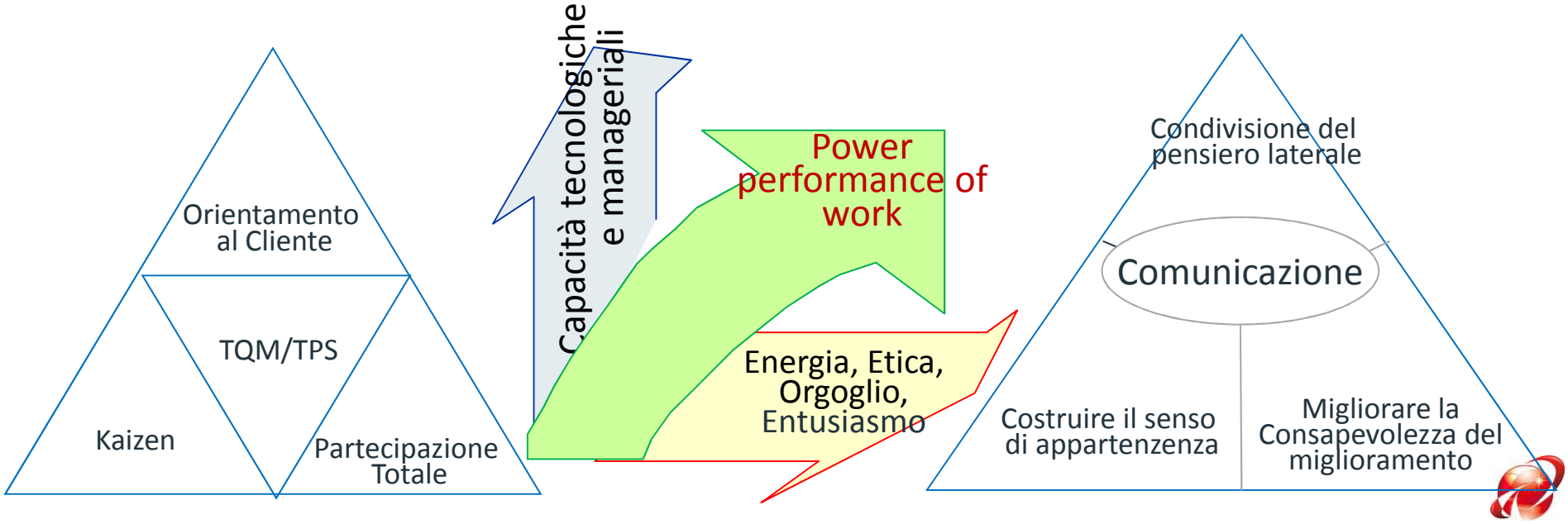
Concludendo: proattività delle Persone & dell'Organizzazione

Cosa crea una forte motivazione nel lavoro?

I risultati del sondaggio tra case automobilistiche giapponesi e statunitensi sono quasi gli stessi.

1. Autonomia (自律)
2. Responsabilità （責 任)
3. Realizzazione （達 成)
4. Opportunità （機会)
5. Il lavoro in sè（仕事そのもの)
6. Carriera （向 上)
7. Riconoscimento （評 価)

Attività TQM/TPS di Toyota; Migliorare la qualità nei processi & prodotti



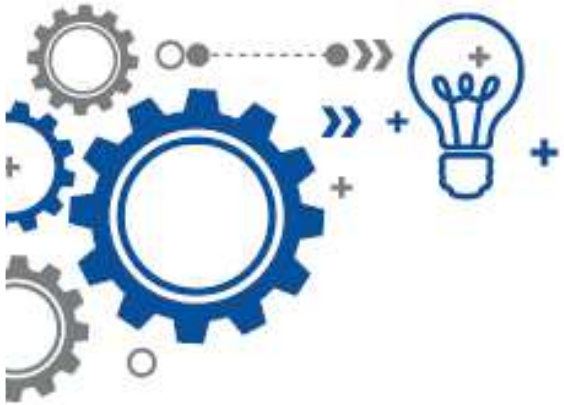
Concludendo: Vantaggi competitivi basati su TPS & IT

Il vantaggio competitivo è portato
dalla sinergia tra TPS /Lean con l'IT / CPS

- Persino nell'era dell'IoT (Industry 4.0), non possiamo dipendere solo da sistemi come IT / robot.
- Toyota raccomanda di fare il primo passo verso il TPS / Lean（5S e visual system) , incoraggiare le attività di Kaizen, seguendo l'idea che:

" Making things is making people".

2 Pilastri del TPS	▪ JIT = Just-In-Time (per ridurre il Lead time) ▪ Autonomazione
Obiettivo del TPS	Creare squadre e membri che continuano le attività Kaizen sempre alla ricerca dei sistemi ideali
Qual è la situazione ideale	Rispondere al cliente, costruire processi a flusso. Produrre alla velocità delle vendite



“Open the window and look outside.
It`s a big world waiting for you.”

by Toyoda Sakichi （豊田佐吉）

CONSIDI
Strategia del miglioramento

&

豊田エンジニアリング株式会社
Toyota Engineering Corporation

GRAZIE PER L’ATTENZIONE