



デジタル時代におけるグローバルサプライチェーン高度化研究会  
サプライチェーンデータ共有・連携WG

# ASEANにおける製造業の現状と高度化アプローチ

中村昌弘（工学博士）

一般社団法人グリーンCPS協議会 理事長  
株式会社 レクサー・リサーチ 代表取締役社長 CEO

# <自己紹介>

中村昌弘、工学博士

一般社団法人グリーンCPS協議会 理事長

株式会社レクサー・リサーチ 代表取締役CEO



一般社団法人グリーンCPS協議会

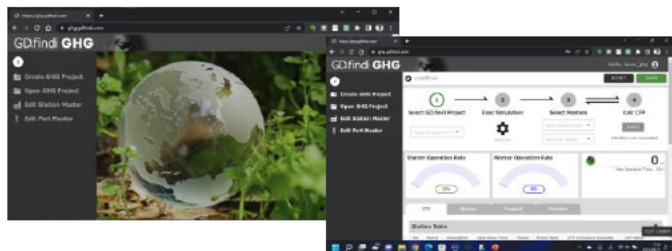
Green CPS Consortium

拠点 東京都中央区日本橋馬喰町1-5-12-10F

<https://www.greencps.com/>

GHG排出量の削減は我々に課せられた最大の課題です。本協議会では業務プロセスの再構築やサプライチェーンのデータ・シェアリング等を通じてGHG排出量削減を推進します。

「カーボンニュートラルをデザインする」



第4回ものづくり日本大賞  
経済産業大臣賞を受賞



経産省 IoT推進  
ラボファイナリスト



戦略コンセプトを日経BPより出版、  
オピニオンリーダーとしてメッセージ発信



LEXER Virtual, powering everything.

株式会社 レクサー・リサーチ

LEXER RESEARCH Inc.

拠点 東京オフィス（中央区日本橋馬喰町）、本社（鳥取市）

<https://www.lexer.co.jp/>

一貫してプロセス・マネジメント技術を追求、  
ITプロダクトを自社開発し、販売  
日本で生産シミュレータを開発している唯一の企業



# AGENDA

- **製造業のデジタル化**

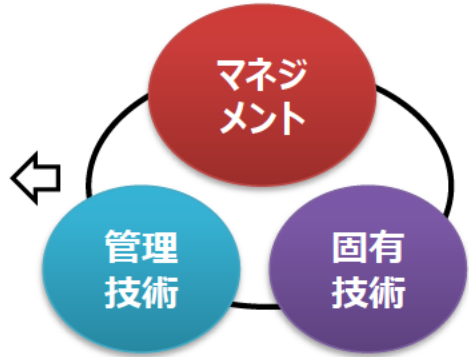
- モノづくりのカテゴリ、固有技術と管理技術
- モノづくりの高度化へ向けてのアプローチ
- デジタル化（CPS）とヒトの創発・双発による価値創造と成長

- **ASEANにおける製造業の現状**

- ASEAN各国の製造業の背景
- 第四次産業革命へ向けてのASEAN各国の認識
- ASEAN各国の産業構造の違いとIR4.0へのアプローチ
- インドネシアでのIR4.0政策の例
- 欧米のアプローチと日本が狙うべきポイント
- PIDI4.0に設置された各国からの導入設備

# モノづくりのカテゴリ、固有技術と管理技術

「管理技術」とは、生産ラインや工場でのモノの流れを円滑にしてマネジメントする技術。Industrie4.0はこの領域を最終的なターゲットとしており、インダストリ全体の最適化を目指すもの。



「固有技術」とは、手作業をロボットに置き替える、削る工法から3Dプリンタにより積層型に変える、等の製造における工法に関わる技術のこと。



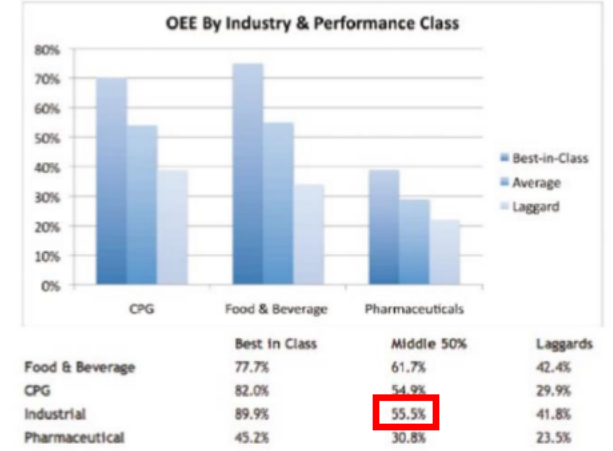
管理技術の考え方の一つに日本発のTPM(Total Production Management)があり、ここで示している指標OEE(設備総合効率)は世界の製造業での基軸のKPIとなっているが、本家の日本人の認知は低い。

## 設備総合効率 (OEE)

実行がスケジュールされている期間中に、製造操作がその潜在能力を最大限に発揮した場合にどれだけうまく利用されているか(設備、時間、材料)の尺度です。これは、真に生産的な製造時間の割合を識別します。100%のOEEは、最高速度(100%のパフォーマンス)で、中断することなく(100%の可用性)、良好な部品のみが製造される(100%の品質)ことを意味します。

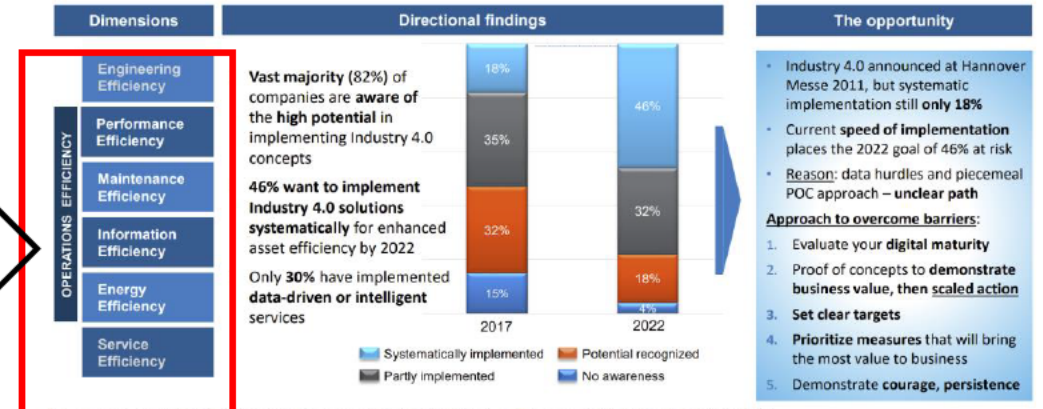
## 世界のOEEベンチマーク

Industry specific OEE benchmarks



Source: <http://www.informance.com/benchmarks/>

## Industry 4.0: Global study conducted on operations efficiency as a driver for competitiveness



Source: IncoSys and Institute for Industrial Management (IIR) at RWTH Aachen study conducted in 2015 and updated in 2017. Sample size: 433 executives across industrial manufacturing sectors from China, France, Germany, UK and USA

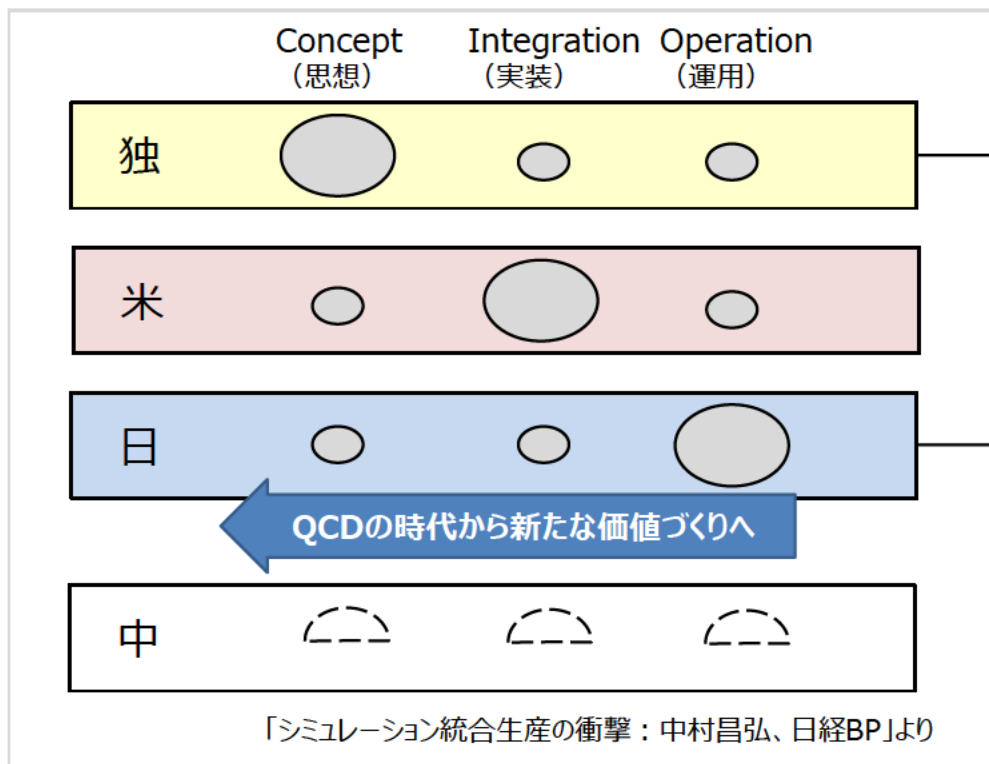
ドイツ・Industrie4.0でも生産性向上指標を設定



# モノづくりの高度化へ向けてのアプローチ

ロボット化等の自動化やデジタル化は一つのアプローチであるが個別最適領域の課題。直面するVUCAの時代において、本日の議論では全体最適（EC/SCの全体）を進める管理技術のデジタル化を考える。

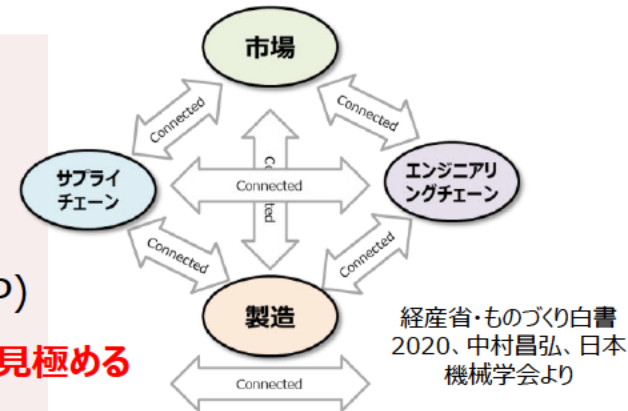
## モノづくりの強みの違い



**モノづくりの目指す姿**

- SCの全体最適
- SC/ECの統合
- 変動対応能力
- 環境問題（製品CFP）

ここでは、多様な観点を一ユーザーで見極める



**新しいAIが求められる**

- 機械学習が対応できない領域
- 経験ベースの演繹的なAI手法が必要 (シグナルAI×シンボルAI)

日本のモノづくり経験値を活かす (体系化、抽象化、システム化)

デジタル時代

異種接続レイヤーが競争力に

**これからのモノづくり**

- 全体最適、サプライチェーンとエンジニアリングチェーンの統合
- 人間系を介さず、AI等で繋ぐ
- サイバー同士で異種を繋ぐ
- System of Systems

QCD時代

**これまでのモノづくり**

- 部分最適、作り込み
- 人間系の経験値、エフォートで繋ぐ
- 日本の強み領域 (例えばリーン生産)

# デジタル化（CPS）とヒトの創発・双発による価値創造と成長

デジタルプラットフォームではアーキテクチャ議論の段階。システムの高度化へ向けては異種を接続するAIが必要になる。

RAMI4.0での関係モデル (赤字は中村が追記)

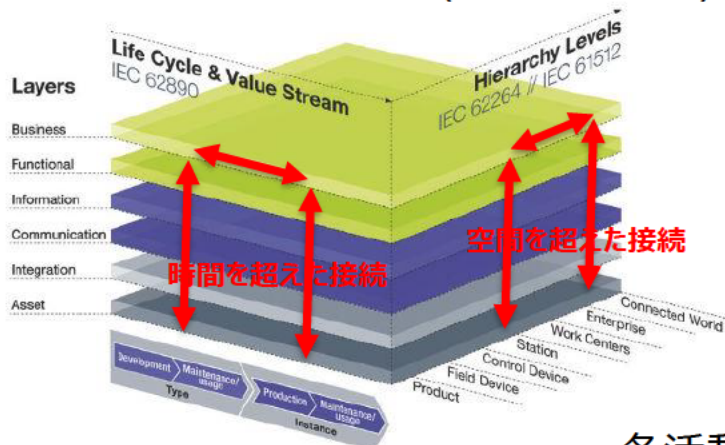


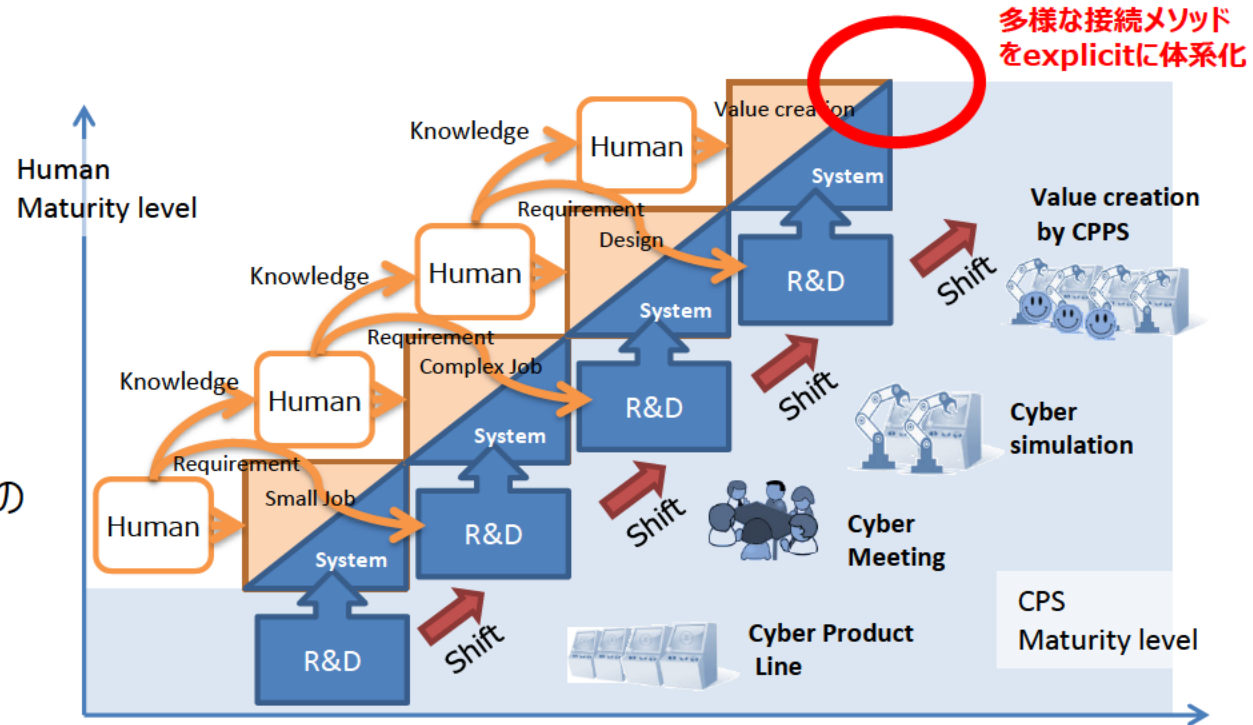
Abbildung 15: Referenzarchitekturmodell / Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

各活動を接続するためのナレッジ、メソッドを探求

Gaia-Xでの関係モデル (赤字は中村が追記)



## 機械とヒトの共創による創発的で双発的な価値創造



システム化、CPS化の高度化へ向けては、機械学習より、ヒトが生み出した経験値を explicit に記述し、体系化することが肝要。

## 「製造業のデジタル化」のまとめ

- 第4次産業革命では生産性向上を軸として、**日本発の指標「OEE」**が基準となっている
- 変動する時代では、デジタル化を軸に**SC/ECを統合した全体最適化**が進む
- 一方、**異種連携のためのAIレイヤー**が求められるが、機械学習等だけでは対応が困難な領域で、**リーン生産等の日本の経験値**を活かせるポイント

- サプライチェーンの全体最適に向けては、多様な問題を視野に入れるため、ユースケース作りが最初のステップとして進めると良い。
- ここでは、異なった立場、視点での活動であるため、企業内でセクショナリズムに陥ることなく議論することが重要。
- ユースケースの中でも、特にCFP（やSC構造可視化）は全企業横断で取り組む必要があるので、最初に取り組むユースケースとして最適かつ、優先されるテーマ。-

# AGENDA

- **製造業のデジタル化**

- モノづくりのカテゴリ、固有技術と管理技術
- モノづくりの高度化へ向けてのアプローチ
- デジタル化（CPS）とヒトの創発・双発による価値創造と成長

- **ASEANにおける製造業の現状**

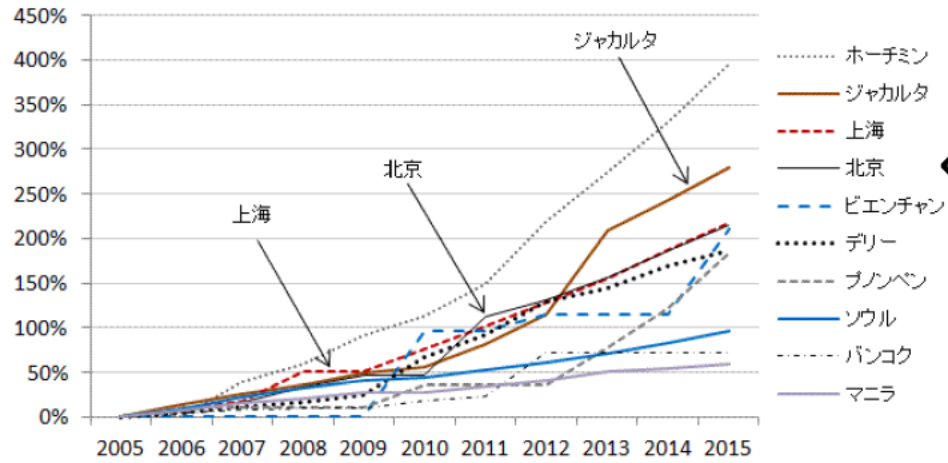
- ASEAN各国の製造業の背景
- 第四次産業革命へ向けてのASEAN各国の認識
- ASEAN各国の産業構造の違いとIR4.0へのアプローチ
- インドネシアでのIR4.0政策の例
- 欧米のアプローチと日本が狙うべきポイント
- PID4.0に設置された各国からの導入設備



# ASEAN各国の製造業の背景（賃金上昇と低い自動化率）

## 各国の賃金上昇率

労働者の生活水準の底上げと、所得増に伴う消費・内需の拡大による経済の活性化を期待した政策が背景



独立行政法人労働政策研究・研修機構 資料より

第4次産業革命を通じた社会問題の解決と、  
内需拡大に対応する政策を模索

## The 4IR Country Readiness Evaluation

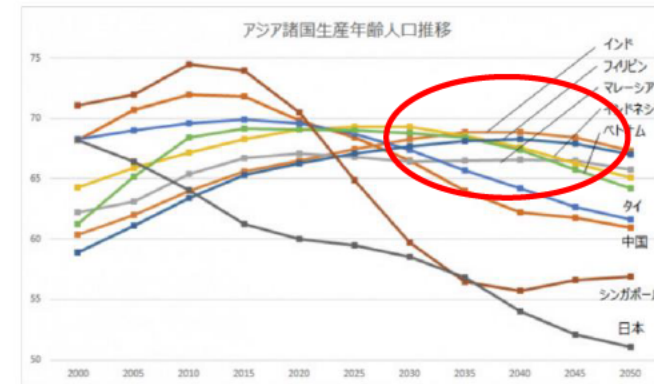
自動化率は低く、生産工程の機械化、従業員の能力開発など生産性向上効果により、人口ボーナス期に生み出す内需対応を期待。



低い自動化率

社会課題への対応

人口ボーナス期による  
内需拡大



# 第四次産業革命へ向けてのASEAN各国の認識

## The 4IR Country Readiness Evaluation

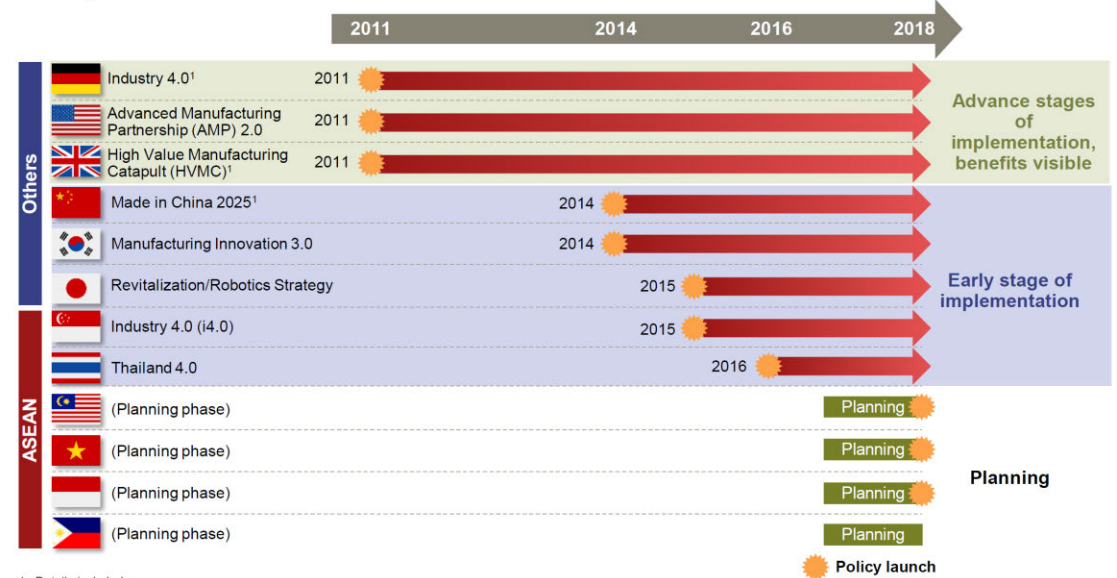
### Initial mapping – country readiness



Note: Drivers of production shows potential to adopt the 4IR - consist of Demand factor, Technology & Innovation, Institutional Framework, Global Trade & Investment, Human Capital, Sustainable Resources; while Structure of production shows the existing factors on the ability for 4IR - consists of scale and complexity of production  
Source: A.T. Kearney, World Economic Forum

## Countries, who have launched IR4.0 related initiatives, span across 3 levels of maturity

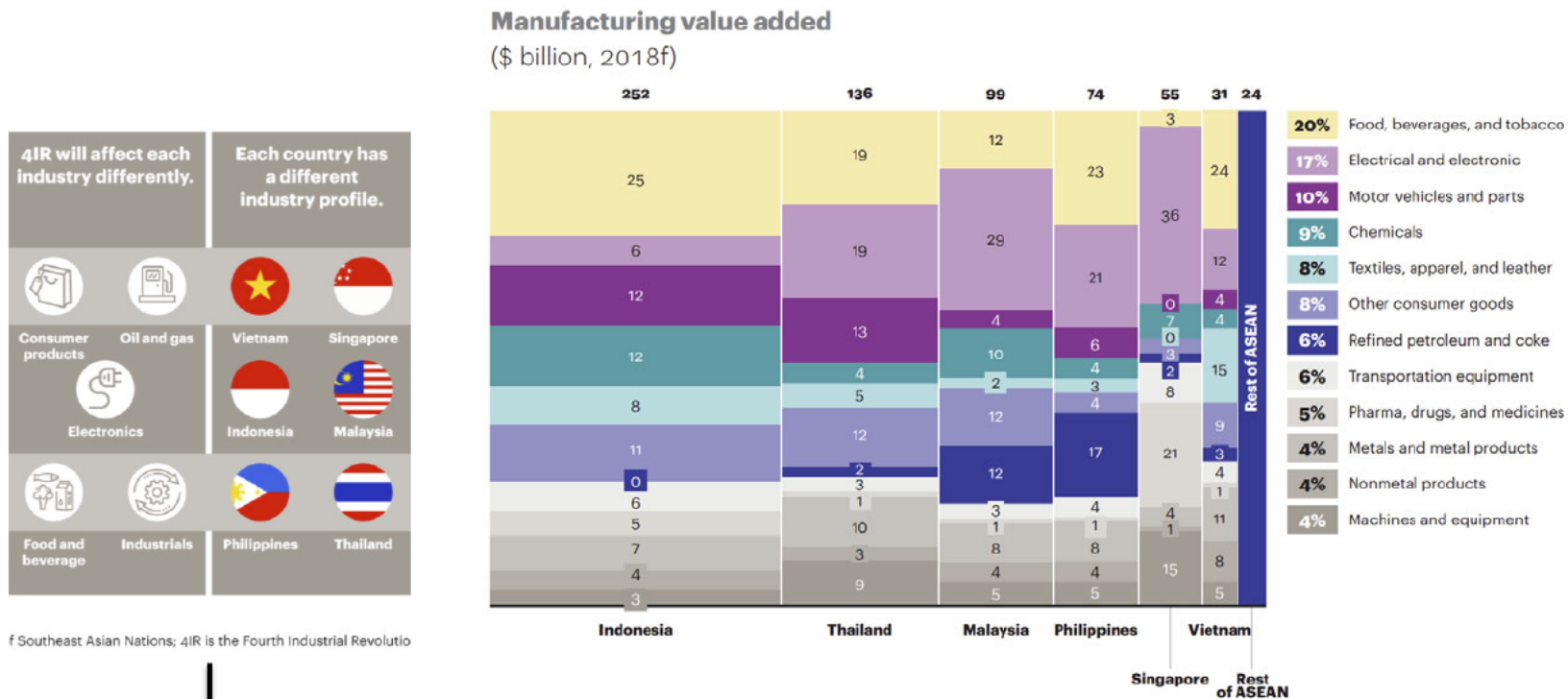
### Policy launch timeline



1. Details included  
Source: A.T. Kearney, press research

# AEAN各国の産業構造の違いとIR4.0へのアプローチ

各国は産業構造の違いに対応したIR4.0のアプローチを進めており、ASEAN展開へは「ユースケース」の視点はずせない。一方、各国からの適用技術は「自動化技術が中心」となっている。



**Core technologies of the Fourth Industrial Revolution**

- Internet of Things**  
Interconnected computing devices embedded in everyday objects to gather information (passive) or translate commands into actions (active)
- Artificial intelligence**  
Technology to process information, think, and make automated decisions based on current conditions and previous experiences (series of decisions plus consequences)
- 3D printing**  
The use of technology to make physical objects and parts from a digital model, reducing spare-part requirements and decreasing downtime and supply costs
- Advanced robotics**  
Robotics technology supplemented by artificial intelligence or the Internet of Things to go beyond a set of pre-programmed actions and adapt to immediate and future operating conditions
- Wearables, augmented reality, and virtual reality**  
The use of technology to enhance the functionality of everyday worn items, enhancing training experiences and enabling integration between man and machine processes



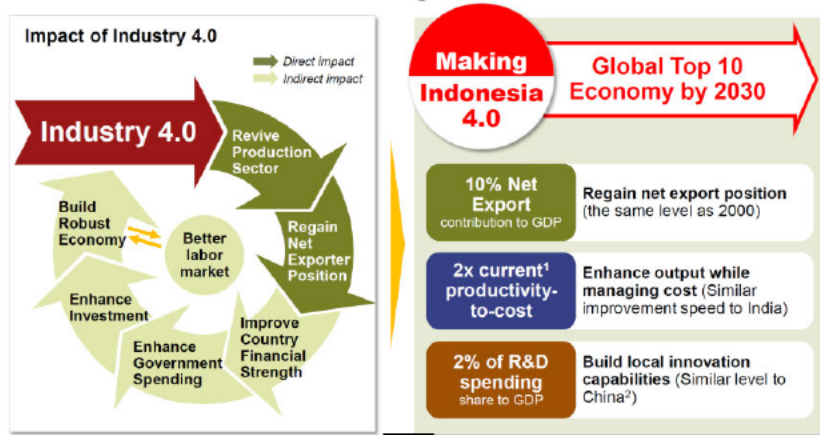
**適用技術は「自動化技術が中心」**  
先進各国からの技術導入やコンサル提案が自動化が中心となっている

f Southeast Asian Nations; 4IR is the Fourth Industrial Revolution



# インドネシアでのIR4.0政策の例

グローバルTOP10を狙い、10の重要政策を設定



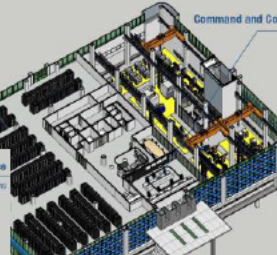
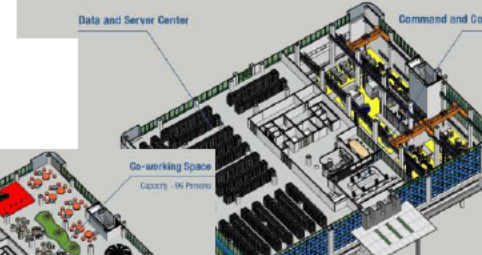
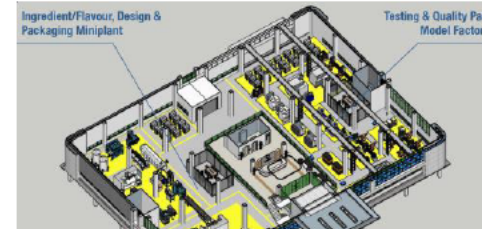
## 10 National Priorities

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1 Reform Material Flow</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enhance domestic upstream material production; e.g. 50% of petrochemical is imported</li> </ul>                             | <p><b>6 Attract Foreign Investments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Engage top global manufacturers with attractive offer and accelerate technology transfer</li> </ul>   |
| <p><b>2 Redesign Industrial Zones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Build a single nationwide industry zoning roadmap; resolve zoning inconsistency challenges</li> </ul>                  | <p><b>7 Upgrade Human Capital</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redesign education curriculum under 4IR era</li> <li>Create professional talent mobility program</li> </ul> |
| <p><b>3 Embrace sustainability</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grab opportunities under global sustainability trend; e.g. EV, biofuel, renewables</li> </ul>                             | <p><b>8 Establish Innovation Ecosystem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enhance R&amp;D centers by government, private sector and universities</li> </ul>                  |
| <p><b>4 Empower SMEs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empower 3.7 million SMEs<sup>1</sup> by technologies; e.g. build SME e-commerce, technology bank</li> </ul>                         | <p><b>9 Incentivize Technology Investment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduce tax exemption/subsidies for technology adoption and support funding</li> </ul>        |
| <p><b>5 Build Nationwide Digital Infrastructure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Advance network and digital platform; e.g. 4G to 5G, Fiber speed 1Gbps, Data center and Cloud</li> </ul> | <p><b>10 Reoptimize Regulations &amp; Policies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Build more coherent policies/regulations by cross-ministry collaborations</li> </ul>       |

人材育成領域

BPSDMI (高度産業人材育成庁) による人材育成の牽引

PIDI4.0 innovation center をジャカルタ市内に新設、最先端技術を導入して高度人材の育成を図る





# 欧米のアプローチと日本が狙うべきポイント

## 先端開発へ向けた産業エコシステムのパートナー



欧州各国が先導してPIDI4.0での技術導入、自動化システムの導入を進めている現状、日本勢はトヨタのみ。

1つだけ、日本提案の教育プログラムが採用

欧州各国からの教育プログラムは「自動化機器の操作教育」が中心

現地では機器操作教育に疑問の声も

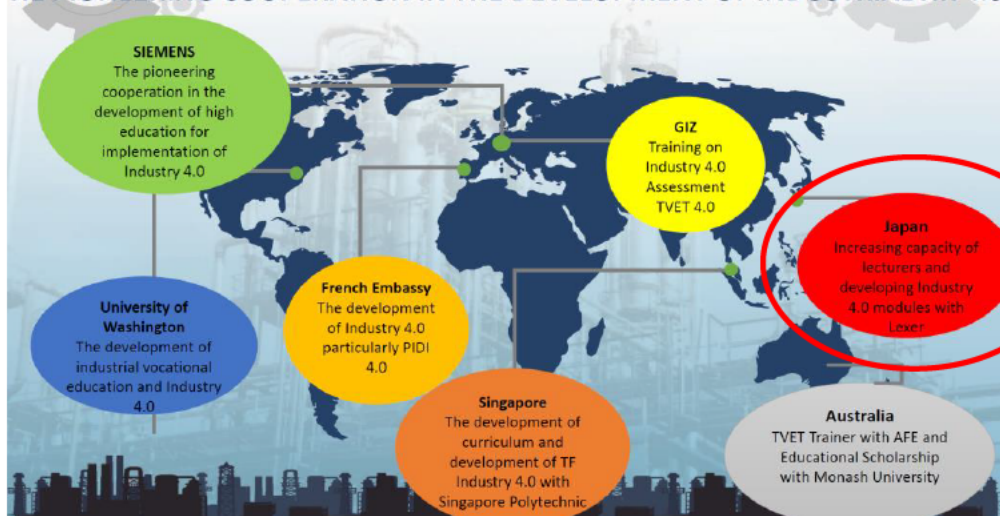
日本からの教育プログラムは「**リーン生産／問題解決の体験教育**」

内需拡大に対する国内産業育成として評価を得ている。

日本のモノづくり経験値を活かす  
(体系化、抽象化、システム化)

## 先端開発へ向けた人材育成のパートナー

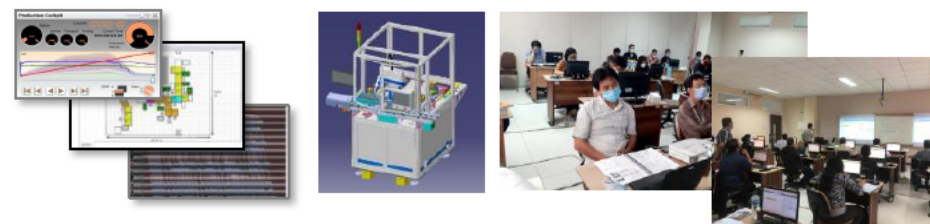
### THE PIONEERING COOPERATION IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL HR 4.0



人材育成も欧州が中心となり、体制づくりが進められている。かろうじて日本からは1席を確保に成功。



### LEan Manufacturing For Making Indonesia 4.0



### 来年度よりCFP算定事業へ展開

工業省や国立研究機関と製品カーボンフットプリントを算定するインフラ、人材育成活動へ展開することを合意

# PIDI4.0に設置された各国からの導入設備



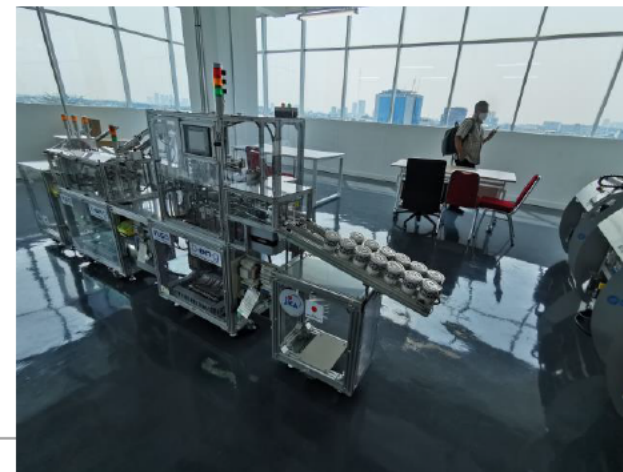
SCHNEIDER



FESTO



SIEMENS



日本 (レクサー・リサーチ)





# 「ASEANにおける製造業の現状」のまとめ

- ASEAN各国では内需拡大に対応する第4次産業革命の政策支援を推進
- ここでは、各国の産業構造に対応した施策が必要で、日本からの打ち手も分析は必要
- 一方、先進国は自動化技術の導入を提案し、産業人材教育での足場を固めている
- 現地では、自動化だけでは自国の産業育成に不十分との見方、日本からのリーン生産教育の重要性は理解されつつある

- 日本がこのまま手をこまねいていると、現実問題として欧州がものづくり基盤を席卷する
- 日本としての差別化ポイントのひとつは（欧州起点と同様の自動化ではなく）、リーン生産を始めとしたASEAN現地に適したキャパビルであり、今後、ユースケースを作っていくうえでも、このような観点を忘れてはならないのではないか