



次世代ものづくり
アーキテクチャ

人の知恵を活用した
生産システムの実現に向けて

東京大学大学院 工学系研究科

人工物工学研究センター

社会連携講座「次世代ものづくりアーキテクチャ」

代表 教授 梅田 靖



人の知恵を活用した生産システムの実現に向けて

- 諸々のデジタル化技術が出てきた時に、コンテンツをどうやって入れて使えるものにして行くか、どうやって使いこなすか？
- どうやって人を支援するか？ (自動化と人のWell-balancingも含めて)





メガトレンドと我が国の製造業の対応(1)

- **社会的混乱の恒常化:** コロナ、ウクライナ侵攻、・・・
 → **レジリエンス** (トランスフォーマブル)
- **製造業のDX**
 - 欧米先行
 - 我が国からは新しいものづくりの在り方を発信できなかった
- **Sustainability (SDGs、カーボンニュートラル、Circular Economy):**
 - 欧州先行
 - 日欧間でイノベーションに結びつけようとする本気度が違う
 - **本質は、地球の有限性と「豊かさ」/経済/企業競争力のデカップリング (製造業がそれに対応できるか?)**
- **資本主義の非物質主義的転回 (諸富 徹: 資本主義の新しい形, 岩波書店)**
 - 現代資本主義が生産と消費の両面で「物的なもの」から「非物質的なもの」へと重点を移行させる現象
 - しかし、単純な脱物質化ではなく、非物質的なものは、物的なものによって実現される



メガトレンドと我が国の製造業の対応(2)

- 中国の大国化と米中摩擦
- 新興国メーカーの台頭
 - 大量生産競争での敗北。思い切った施策を打ててない

- 個人的な所感
 - **これらは相互に関係している**
 - 我が国の製造業は、過去の蓄積、遺産が大きすぎて素早く動けない(スクラップアンドビルドができない)
 - 現状維持
 - 潜在的に大きな可能性があるデジタルベースの製造業に転換できない



Industrie4.0

- 生産工程においても、**すりあわせ** から **モジュラー** への移行を起こそうとしている
 - 直接的には、旧東欧の低賃金への対抗措置としての「自動化」
 - 付加価値向上 (Mass Customization、生産の柔軟化) としての「つながる」
 - **デジタル × モジュラー × アーキテクチャ** で勝負しようとしている

↑
トップダウン思考

- **結果として、我が国のものづくりを担う人達にとって不得意分野**



そして、Industrie4.0、Industry5.0の進化

- デジタル化&ネットワーク化
- 低コスト化、多品種少量生産



- Siemens: Industrie4.0はもうできた@ハノーバーメッセ2022
- Platform
- エコシステム: デジタルが全部繋がります
- Sustainability
 - カーボンフットプリント
 - デジタル製品パスポート
- Human-centric
- Resilience

c. f. EUの報告書Industry 5.0



どうすれば良いのか？

- 「高品質品の大量生産」に代わるものづくり戦略が必要
 - 日本メーカーの強みを新しい器 (IoT, CPS, AI, ...)に盛り直す

「高品質なものづくり」: 高品質な製品、不良品のないきめ細かなものづくり、製造工程での改善、コストダウン

- 生産システム技術者への新しい教育の必要性
 - デジタル化された生産システムにおいては、作業者は、物理世界に加えてサイバー世界を活用して、あらゆるエンジニアリング活動(例:生産システムの計画、設計、開発、構築、運用、メンテ、カイゼン、撤収)を実施しなければならない
 - » 生産工学の現状の教育カリキュラムが古すぎる
 - » 生産科学に加えて、デジタル技術とシステム思考が必要

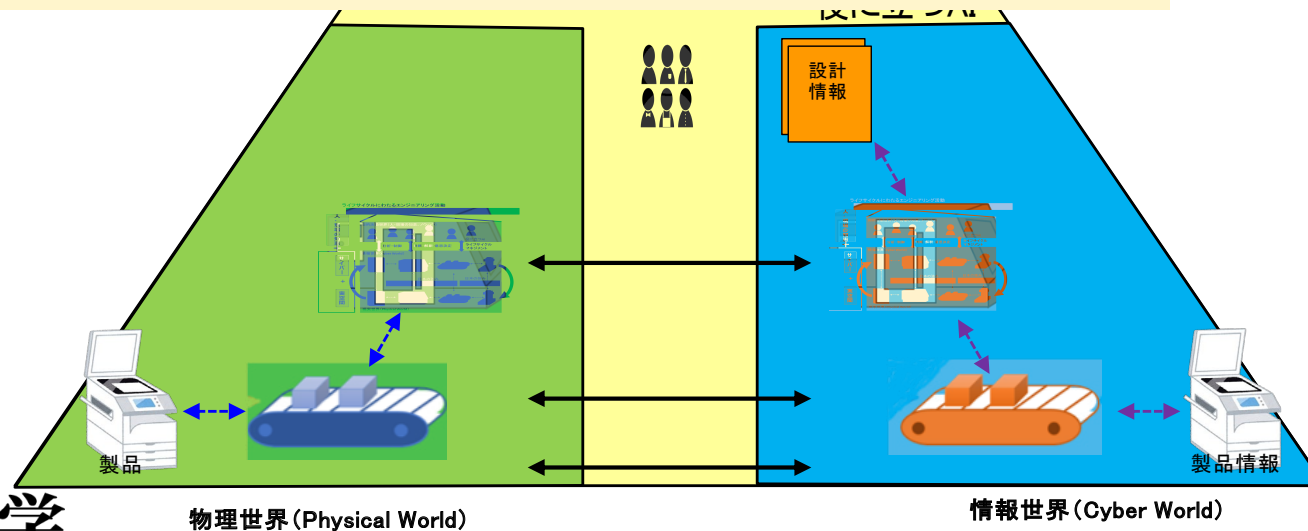
デジタル・トリプレット(D3)のイメージ

ライフサイクルにわたるエンジニアリング活動の統合的支援

設計 ⇄ 生産 ⇄ 使用 ⇄ メンテ ⇄ 再生産 ⇄ 循環

生産段階を例に取れば

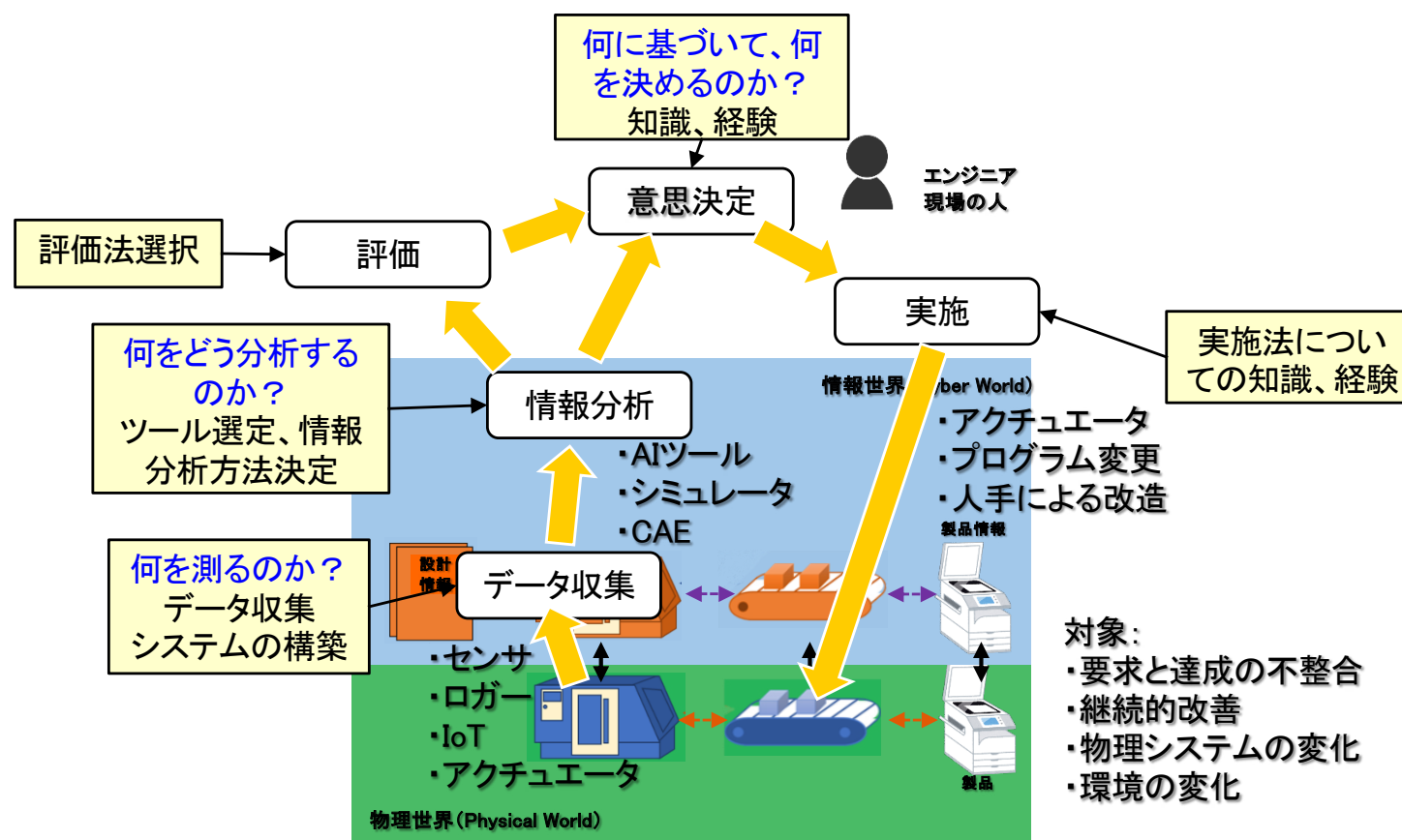
- 製品ライフサイクル全体にわたって、技術者・技能者の問題解決、価値創造を支援
- 現場の技術者の知識、判断を形式知化
- 現場の技術者がデジタル・トリプレット自体をどんどんカイゼン



デジタル・トリプレット上での エンジニアリングサイクル



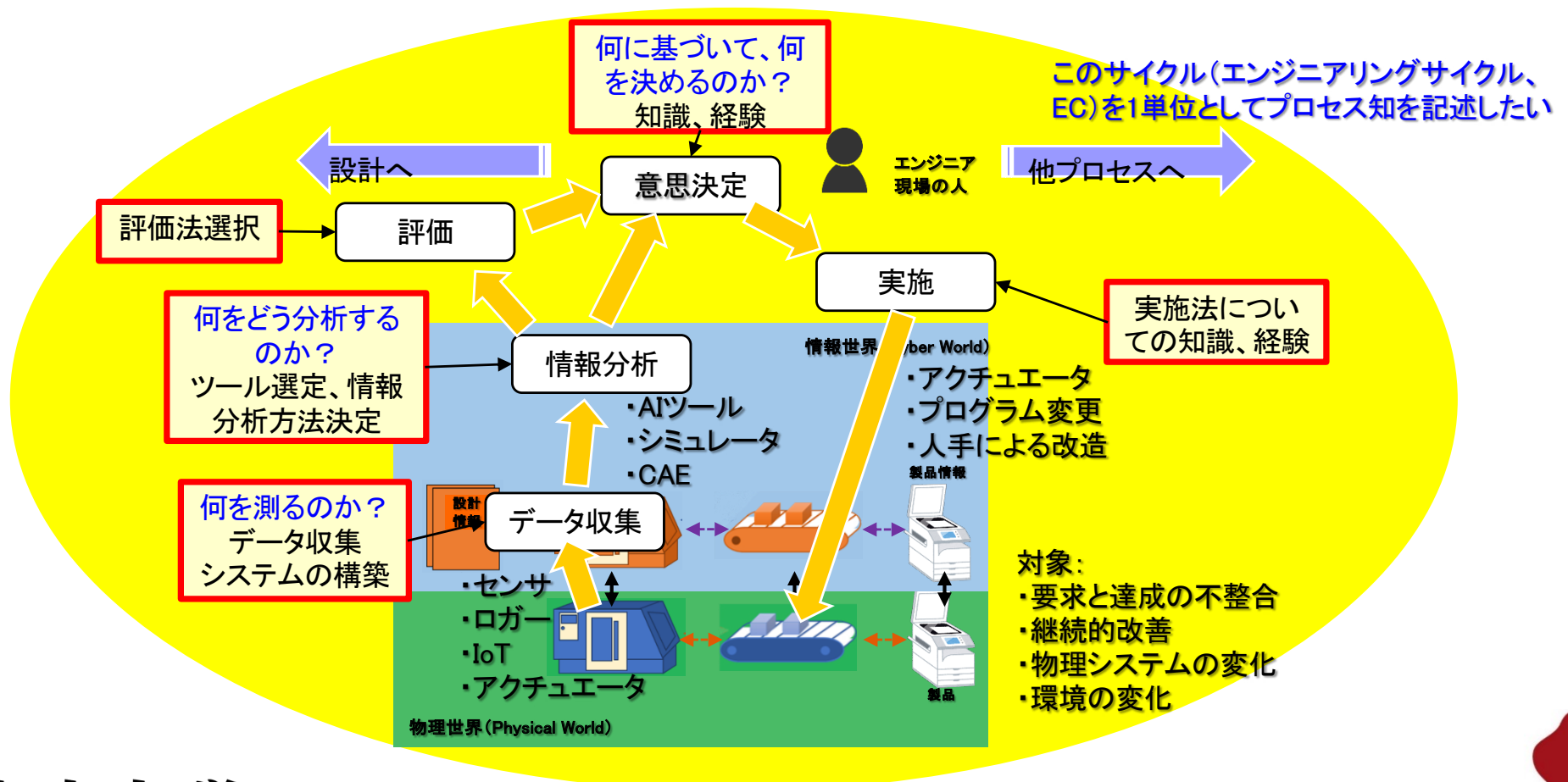
- 技術者、現場の熟練者は、デジタル情報を中心にエンジニアリング活動を行う
- エンジニアリング活動にはD3自体の開発、改善活動を含む
→日本型生産システムは常に向上し続けるシステム





学ぶべき重要なプロセス

- 創意工夫をデジタルの文脈で、それが例えば自動化、カイゼン
- D2を活用してエンジニアリング活動をするので、その履歴が取れる、そこにグラウンディング

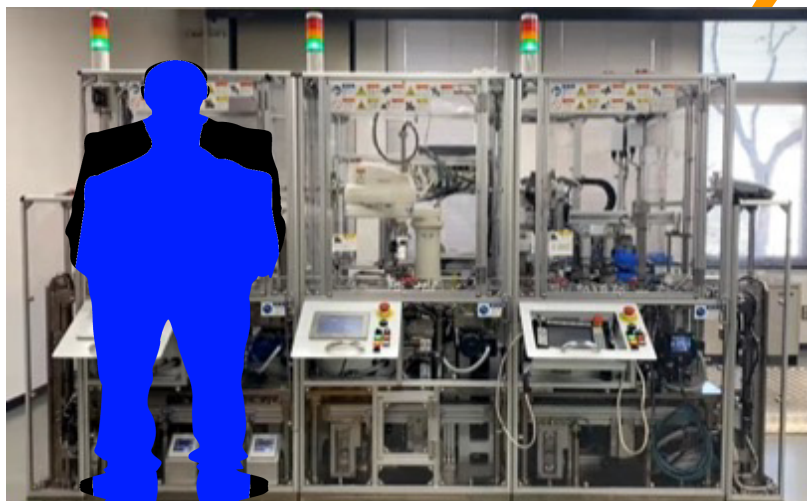


スパイラルアップして行く

CPPPS (Cyber Physical生産システム)における 「技術者」の役割



通常生産時:
極力**自動化**



ライン上の
作業者

CPPPS

設計
立ち上げ
メンテナンス改
善、...

技術者が必要



梅田班の狙い

	作業者	技術者
設計、立ち上げ、メンテナンス、改善などの意思決定支援	デジタルトリプレット	
作業支援	Industry 5.0 Human-centric CPPS	

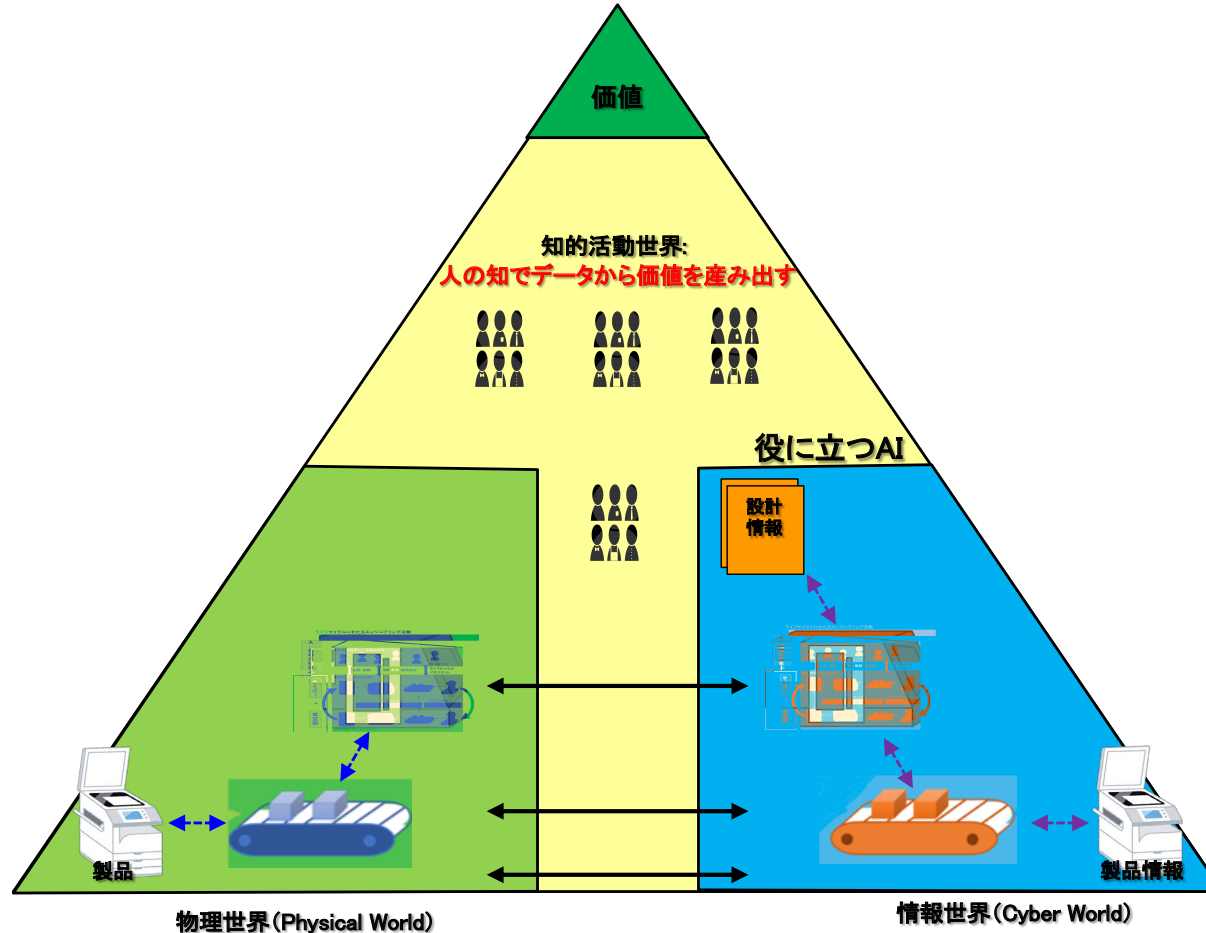
社会連携講座全体の狙い

デジタル・トリプレット(D3)のイメージ

ライフサイクルにわたるエンジニアリング活動の統合的支援

設計 ⇄ 生産 ⇄ 使用 ⇄ メンテ ⇄ 再生産 ⇄ 循環

生産段階を例に取れば



ライフサイクルにわたるエンジニアリング活動の 統合的支援が大きなポイント

ライフサイクルにわたるエンジニアリング活動の統合的支援

設計 ⇄ 生産 ⇄ 使用 ⇄ メンテ ⇄ 再生産 ⇄ 循環

ユーザとのインタラクション

使用情報の設計での利用

使用情報の再生産での利用

生産情報のメンテでの利用



梅田班のテーマ

- デジタル・トリプレットの実用化例を作る、使うことによって、次のステージへ
- 臨海工場はすでに高度にIoT化されている
- 技術者の方々は軽々と使いこなしている



<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00454/00007/>



検討しようとしている事例

- D2型生産システムを活用して分析ツール(例えば、故障検知システム)を作って作業者を支援するデジタルエンジニアを支援するD3

