



チェコインダストリー4.0への道:

インダストリー4.0 & 日本との協力

Vladimír MAŘÍK

2017年4月2日～6日

**CIIRC
Czech Institute of Informatics, Robotics, and Cybernetics
Czech Technical University in Prague**



分散型製造システム

- 現代工業産業システム
 - 製造施設・設備の複雑化の加速
 - 顧客からの絶えない要望
 - ・ 迅速な製品改革(多品種少量注文)
 - ・ インターネットからの注文
 - ・ 注文から配送までの時間の縮減
 - ・ 柔軟性と劇的再構成の可能性
 - 伝統的な中央集中型アプローチの失敗



製造 – デジタル経済の駆動力 – なぜ?



- ✓ **コミュニケーション、コンピューティング、自動技術の融合**は、工業生産分野において**最善の方法**で準備される
- ✓ **仮想化: IoT (Internet of Things)**は、製造における物理的世界がデジタル化、コミュニケーション、サービス(IoS)の仮想世界と**相互接続**されているため、**物理的世界の各対象**は、コミュニケーションにおいて**積極的な役割**を果たす、**もう一つの仮想的片割れ**によって**代わりに表現**される
- ✓ **新技術**: 付加印刷、クラウド、サイバネティックス方式、人工知能と機械学習、機械知覚、**エージェントテクノロジー**等
- ✓ **最新ビジネスモデル**: 個々の製造の高度な自律性に加え、工場の「周辺」や会社の他部署にも**接続可能**
- ✓ かなり**複雑な製造システム**の出現 – **分散システム**として**管理及び制御**することが可能(**エージェントコミュニティ**)



ドイツインダストリー4.0の主要ビジョン



製造分野で発展した主要概念 (後にあらゆる場所へ広まる)

コンピュータ支援の統合

- ✓製造機械を含むロボットおよび輸送要素
- ✓加工品および半製品
- ✓ヒューマンオペレーター、デザイナー、意思決定者
- ✓工業企業のその他全てのシステムとサブシステム

必要時に**価値創造連鎖**に沿って、様々な**知的分散ネットワーク**の創造を導き、全てのサブシステムを自律的に運営し、互いに連絡を取り合う

➔ **知的集積**

モノのインターネット(IoT)とサービスのインターネット(IoS)の直接的な相互接続 = 現実の物理世界と仮想世界の境界線が明確に定義されている**サイバー物理空間の創造**

- これらの境界線は、必要に応じて動く(シミュレーション探索)
 - 第三世界 - **ソーシャルライフの世界**



インダストリー4.0革命の主要ビジョン



統合された製造システムはとても複雑で、分散化、非同期通信、調整の原則を利用することによってのみ管理することができる

3層産業システム統合:

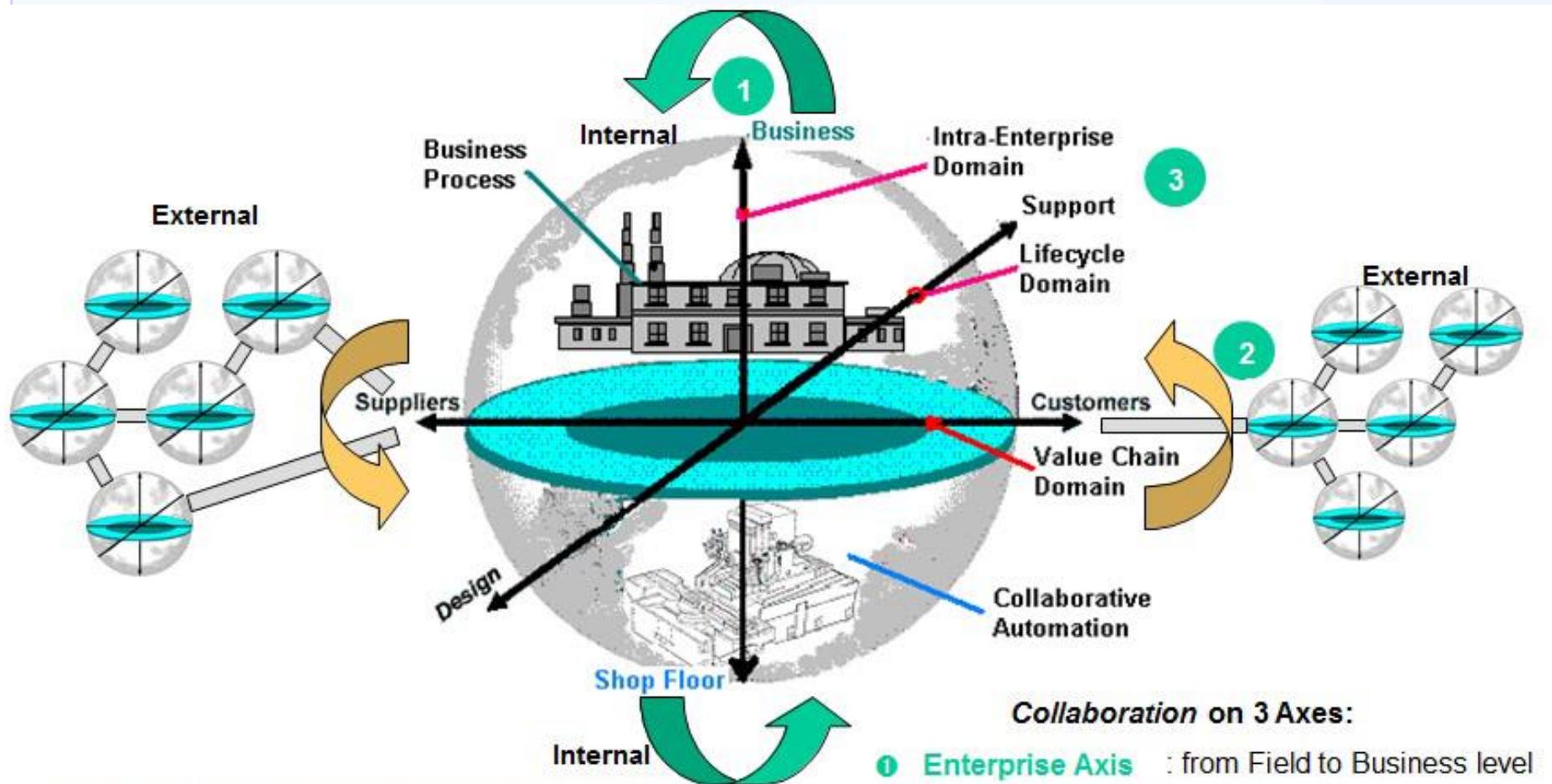
- **水平統合(価値連鎖)** - 注文、サプライチェーン管理運営、設計、開発、製造から物流ネットワークまでのバリューチェーンのコンピューターによる完全統合

- **垂直統合(企業内)** - 作業現場の製造機械のリアルタイム管理から、計画、スケジューリング、ERPシステムを介したトップレベルの管理までの統合

- **エンジニアリング統合支援(ライフサイクル商品)** - エンジニアリング連鎖全体の活動を通して - 研究、開発、試作、スケジューリングからライフサイクル商品まで支援



協調製造モデル- 2002



Collaboration on 3 Axes:

- ① **Enterprise Axis** : from Field to Business level
- ② **Value chain axis** : from Suppliers to Customers
- ③ **Lifecycle Axis** : from Design to Support

Source: Collaborative Manufacturing Model (CMM)
ARC Advisory Group 2002

トータルネットワークキング

インダストリー4.0の製造自動化と**全く同じ哲学**が研究されている
例:

- 技術開発
- プランニングとスケジューリング
- サプライチェーンマネジメント
- ERPコミュニケーション
- ライフサイクル商品管理

これらのシステムは、知能ネットワーク内で完全に相互接続されることが可能



➔ トータルネットワークキング

工業生産に関連する全ての活動



なぜインダストリー4.0は国家イニシアティブなのか？

- ✓ **チェコ共和国**: 欧州で工業生産における総付加価値(25%)のシェアが最も高い – (欧州の平均: 15%、EU全体: 2020年には20%に達する見込み)
- ✓ **ドイツへの直接輸出は全体の32%、チェコの生産は少なくとも半分はドイツ経済に左右される**
- ✓ この経済的地位を維持、または強化するために、**Industry 4.0 ソリューションと互換性が不可欠** – 世界競争は非常に厳しいものになると予想される
- ✓ Industry 4.0 は、**私たち自身の変化する状況**とチェコ共和国の特定のニーズを尊重



インダストリー4.0の国家イニシアティブ

PRŮMYSL
4.0



- ✓ **国家戦略であるインダストリー4.0は、チェコ共和国産業貿易省によって始動**
- ✓ 2015年7月に準備活動を開始、**2015年9月に、ブルノ市フェアにて正式発表**
- ✓ 15人の**専門家**チームを主体に始動、後に87人の専門家が加わる
(180ページ参照)
- ✓ **非常に複雑なレポート**: 最新の技術的見地、研究ビジョン、標準化、法律、労働市場への影響、教育や金融商品への要求等を分析
 - 非常に**特定の活動や基準**のための推奨を含む

インダストリー4.0の国家イニシアティブ

PRŮMYSL
4.0



✓ **全ての重要な利害関係者** (中小企業、大学、科学アカデミー、産業運輸連合、チェコ共和国技術庁、労働組合) - **経営基盤の基準**が決定

✓ 結果は書籍にて出版

✓ **2016年2月3日に公文書が届く** The document delivered on Feb. 3, 2016

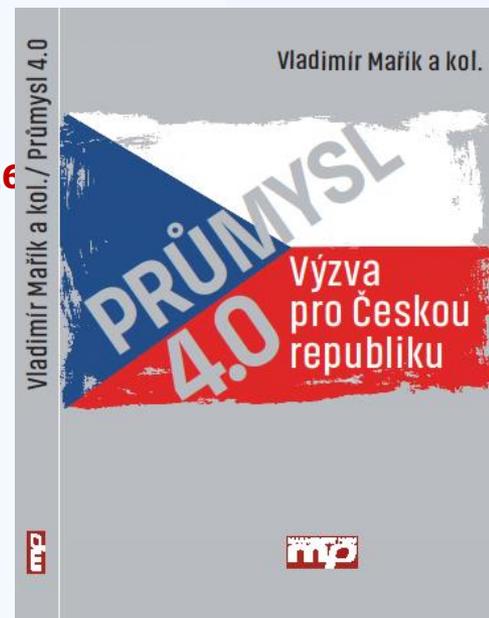
✓ **2016年8月24日に政府決議**

✓ その間 - 非常に重要な活動:

✓ **産業貿易省とドイツの教育研究省で合意書(2016年2月)**

✓ **2016年4月10日~11日にプラハ、**

2016年12月10日~11日にベルリンにて科学ワークショップを開催



ソサエティー4.0へ向けた連携

-チェコIndustry 4.0 の運営体制

- 2月15日から政府決議: **ソサエティー4.0のための連携**

- **国際的に**類似したイニシアティブや機関と連携する必要性

- **重要イベント: 2016年10月16日 東京RRIフォーラム**

(RRI:ロボットイニシアティブ協議会)





チェコの存在は隅に置くことはできないが、方向性は未決定である

新技術を吸収し、ソリューションを統合できる、**信頼できるパートナーとしての役割を果たす**必要がある

政府はインフラの準備、研究開発の支援、法律と人的資源の支援を期待されている

長期的目標:

✓ **生産・サービスをより効率的、安価にするための支援**

(第一の役割 - 効率のよい製造業者)

チェコの研究・産業の競争力を支えるための、**幾つものソリューションを輸出する能力**

(第二の役割 - 輸出業者)

✓ チェコの中小企業による**グローバル価値 - 連鎖構築への関与**を支援

(第三の役割 - 効率的なパートナー)



第4次産業革命が与える社会全体への影響



第四次産業革命が、他分野に強く影響を与えるアイデアや技術をもたらす

例:

✓分権化された資源の制御と調整における**パワーシステム**— その成功度が新しい中央エネルギー源の構築に影響を与える

✓**スマートシティ**: 恒久的最適化と柔軟な方法で、変化に対応する必要性を有し、分散過程に対応する

✓**ヘルスケア**: 分散型サービスの最適化

第四次産業革命は、**社会全体**に強く**影響を与える新たな現象**！

工業サイバー革命は、特定の技術よりも**人間の思考法に特化**！！

→ **シンキング4.0**

技術は使用可能(購入可能)だが、思考を変えることは、遥かに困難である



インダストリー4.0 – その他チャレンジ



✓ 社会的課題:労働市場への影響

人と置き換えることはないが、新たなツールによって提供されるいくつかの職業は消えるが、新たな職業が創出される
労働市場は、事前に変化への準備が必要である
労働組合との協議が重要となる

✓ セキュリティとインフラの可用性分野での課題

サイバーセキュリティの他に、複雑化したシステムセキュリティを考慮する必要がある

✓ 基準化の課題

ソリューションのコンプライアンスを導かなければならないが、
基準はまだ存在せず

各課題 – 無視をされると – チェコの競争力に深刻な結果をもたらす可能性



応用研究へのチャレンジ



- ✓ **インダストリー4.0の研究と技術革新は、個々の中小企業自身では解決できない！**
- ✓ **高価な設備を共有し、国全体の能力を結びつけるためには、より強力な単位で研究チームを統合することが必要不可欠**
- ✓ **チェコ技術機関の新たなプログラム**
 - **国家技能センター(National Centers of Competence)**
- ✓ **テストベッド (Testbed) – インダストリー4.0の研究開発活動における新たな現象**
- ✓ **製造企業はデータを生成し、IT企業はそれらを分析し、工作機械のサプライヤーはその他サプライヤーと共同して新しいソリューションを開発し、すべての利害関係者にとって最良の相乗効果を発揮する**
- ✓ **テストベッド(Testbed)は大学・産業間の協力を強化する上で重要な役割を果たす**





- 実績に基づき – 2013年にCTUの新しい研究所が設立
- CIIRCは主要分野において優秀な国家機関としての役割を果たすべきである
- **8つの研究プログラム – 部門:**
 - ロボティクス (Prof. Václav Hlaváč)
 - 知能システム (Prof. Vladimír Mařík)
 - 産業情報学 (Prof. Zdeněk Hanzálek)
 - 工業生産管理 (Prof. Michael Valášek)
 - サイバー物理システム (Prof. Michael Šebek)
 - 知識科学と生物医学 (Dr. Lenka Lhotská)
 - 支援技術 (Prof. Olga Štěpánková)
 - 研究施設: 応用サイバティクスセンター (Prof. Vladimír Kučera)
- **ゴール: 最先端で、競争力があり、自立した機関**

CIIRCの新しいビルー2017年5月2日オープン予定





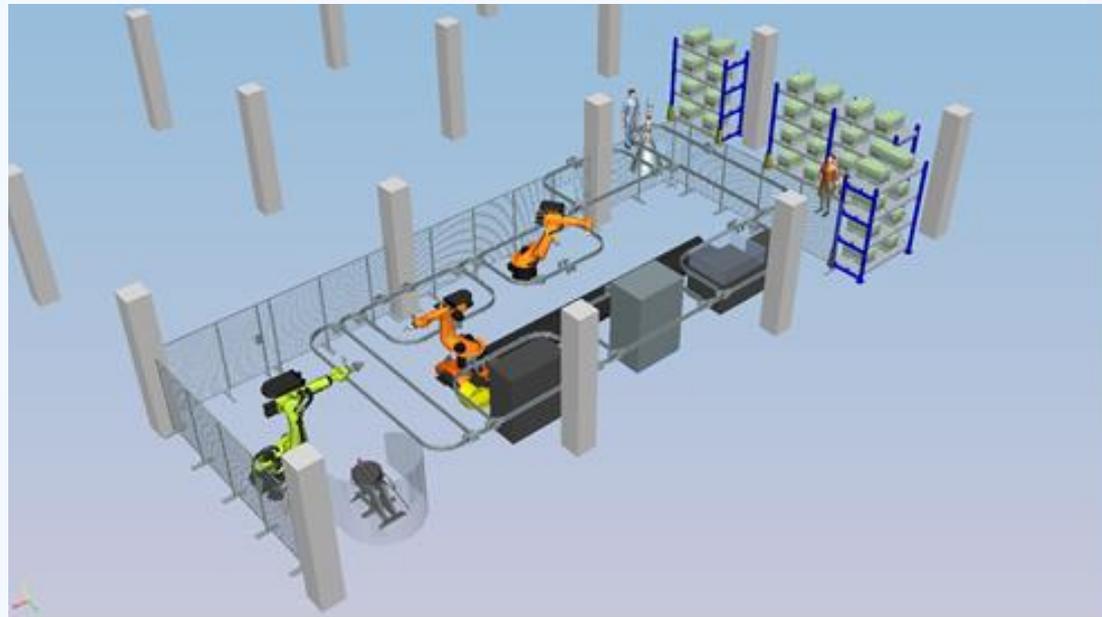
- **優秀なリサーチセンター – インダストリー4.0のための国家研究拠点**
- **21.000平方メートルの広さ、2020年には研究者350名の見込み**
(5つの学部を持つ共同研究チーム、科学アカデミー、応用サイバネティクス国立センター、チャールズ大学研究チーム)
- **ナショナルセンター – ブルノ市のブルノ工科大学、ピルゼン市のウエストボヘミアン大学、オストラバ工科大学、マサリク大学との連携**
- **大手大学との共同研究室 (RWTHアーヘン大学、ウィーン工科大学等)**
- **Ph.D学生への教育統合に向けて**
例: インダストリー4.0またはコンプレックスシステムの分野
- **効率的な技術移転ユニット**
- **スタートアップインキュベーター (15-20)**
- **グローバル企業との共同研究所 (Siemens, IBM, HP, Rockwell Automation, Eaton, Schneider, ABB, Festo...)**



CIIRCチェコ工科大学のテストベッド(Testbed)



- ✓ チェコのインダストリー4.0における最初のテストベッド
(**Siemens**、**Škoda VW**、チェコの中小企業による支援) - 建設中
- ✓ 特定のゴール : Particular goals:
 - ✓ 中小企業向のための互換性のあるソリューション インダストリー4.0
 - ✓ チェコ製工作機械とインダストリー4.0施設に伴うソフトウェア(SW)ソリューションの相互運用性
 - ✓ 企業コミュニティの構築、グローバルプレイヤーを含む中小企業とのダイレクトコンタクト



CIIRCのテストベッド(Testbed)



• Set of

- **工作機械約20機** (ボール盤, 旋盤, 最新のターニングセンター)
- 特定の機械 (例: プラスティックと金属部品の**3D付加印刷装置**)
- 異なる性質を持つ、異なるベンダー (Kuka, ABB等) の約**15体の共同作業ロボット(collaborative robots: 通称コボット)**
そのうちの数体はドイツのザールブルッケン市の **DFKI**と共有
- **PLCs incl.** などの産業自動機器は、様々なベンダー (Siemens, Rockwell Automation, Schneider等) が**SW**(ソフトウェア)を設計
- **輸送目的AGV**のいくつかは、先端が交換可能なロボットアームを備える
- 再構成し易い柔軟な**運搬システム**

重い工作機械は**地下**に設置されるので、テストベッド(Testbed)は、半製品のリフト輸送で二階分に編成され、知能AGVsによりオペレーションされる



CIIRCのテストベッド



- この設備セットは、中小企業の特定のソリューションをテストし、異なる企業の異なる部分的ソリューションを検証するために、数週間で柔軟な製造作業場を建設可能にする
- 製造施設は1年で3～4回再建すると予想
- 平行して、いくつかの機械は製造部門に分けることができる、もしくは単独で使われる可能もある
- テストベッドはEUプロジェクト、工業プロジェクト、そして博士課程の学生教育のために使用されると期待
- テストベッドはディレクター指名する運営委員会により運営され、経済的に自立可能な組織
- テストベッドは、ドイツのテストベッドと接続される予定



CIIRCのテストベッド



- このテストベッドはザールブリュッケン市のDFKIのテストベッドと接続される(アンゲラ・メルケル首相が2016年8月25日、CIIRC訪問時に協定に署名)
- ドイツ政府は、DFKIへCIIRCとの共同ロボットを購入するために百万ユーロを寄贈。
- ブルノ工業大学のテストベッドにも接続予定 -CIIRC、DFKI、ブルノ工業大学でテストベッドをバーチャルで統合するために、大規模なEUのRICAIPプロジェクト(15百万ユーロ)を準備している。



The Future



- 同様のイニシアティブや組織と**国際的に**協力する必要がある

日本 – 潜在的強力パートナーとして、非常に興味的！

- **2017年3月21日にハノーファーでチェコインベストとJETRO間で了解覚書にサイン**
- **日本でのチェコロボットミッション (2017年4月2日 – 6日)**
 - 筑波大学、AIST, NII, 名古屋大学
 - 三菱電機、トヨタ自動車
 - JETRO, RPI, NEDO, JMF, 日本工学アカデミー
- **私たちはどのような形でも協力が可能であり、このテストベッドが **日本企業**をチェコ市場での成功へ導くきっかけとなるでしょう**
- **また、共同研究と共同研究所を設立に大変興味がある**

