

令和2年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
(Society5.0等対応カリキュラムの開発・実証)

富山県をモデルとした「モノづくり」現場に
IoT を導入する中核的人材育成
＜ IoT概論 テキスト教材 ＞

本紙は、文部科学省の生涯学習振興事業委託費による委託事業として
学校法人浦山学園富山情報ビジネス専門学校が実施した令和2年度
「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果物です。

学校法人浦山学園 富山情報ビジネス専門学校

IoT概論の目的

IoTについて一般に定着した定義はなく、アンケート調査した企業はそれぞれ勝手な解釈を持ち、その育成プログラムにもそれぞれ違う期待を持っている。

当事業のカリキュラムや教材はIoTデバイス中心であり、IoTの意味やできることが曖昧なため、教材の有効性に80%の企業が「分からない」と答え、70%の企業が当事業のカリキュラムの受講を「希望しない」と否定的な答えだった。（2018年度事業アンケート結果より）

従って、当事業が考えるIoTについての定義を明確にし、IoTに必要なスキル、育成ロードマップを明らかにする必要がある（2019年度事業評価での指摘）

そのため、2020年度事業にて当事業で考える「IoTとは何か」をまずは説明し、IoTのスキル体系、育成ロードマップを明らかにすることを目的とした教材である。



IoT 概論目次

1.IoT とは何か	1
1.IoT の意味	
2.IoT の例（自動車から自動運転へ）	
2.IoT の技術	4
3.IoT のケーパビリティの進化	9
4.IoT による他事業領域との融合	11
5.IoT によるバリューチェーンの変化	12
6.IoT の戦略への意味合い	14
7. 世界の IoT 動向と事例	15
1. インダストリー 4.0	
2.IIC（Industrial Internet Consortium）	
3. 日本の Society5.0	
8.IoT と DX（Digital Transformation）	29
9.IoT の課題	32
1. セキュリティ	
2. データは誰のものか	
10.IoT を実現するためのスキル体系	38
11. まとめ	48

1. IoTとは何か

1. IOTの意味

2. IOTの例(自動車から自動運転へ)

IoTの意味

IoT(Internet of Things)を文字通り解釈すればモノがインターネットに繋がるということになる

この意味には大きな意味はない、インターネットは人をつなぐにせよ、モノをつなぐにせよ、単に情報を伝達する仕組みにすぎない。IoTがなぜ画期的かという、その理由はインターネットにあるのではなく、モノの本質が変化している点にある。IoTはモノの機能や性能の増大と、それが生み出すデータとが、新たな製品やサービス、ビジネスモデルを創出し、新たなビジネスチャンス、新たな事業を生み出し、社会に大きな便益をもたらす。ここにIoTのほんとうの意味がある。

官民データ活用推進基本法による「IoT活用関連技術」の定義では以下のように言っている。
「インターネットに多様かつ多数の物が接続されて、それらの物から送信され、又はそれらの物に送信する大量の情報に関する技術であって、当該情報の活用による付加価値の創出によって、事業者の経営の能率及び生産性の向上、新たな事業の創出並びに就業機会の増大をもたらす、もって国民生活の向上及び国民経済の健全な発展に寄与するものをいう」

つまりIoTとは「モノがインターネットに繋がる」と言う技術に価値があるのではなく、「モノがインターネットに繋がった」結果として起きる革新的な製品、サービス、ビジネスモデルの創出といった新たな価値創造に価値があるのである。従って、IoTの導入とは新たな価値創造を生み出す創造的な活動と言うべきである。

IoTの例(自動車から自動運転へ)

自動運転は自動車というモノをインターネットにつなぎ実現される。

既に自動車には多くのソフトウェアが搭載され、スマート化されている(自動ライト、自動ワイパー、自動ブレーキ、自動駐車機能など)。しかし、スマートな自動車だけでは自動運転は実現できない。自動車に搭載しているソフトウェアは1000万ステップを超える。

しかし、自動車をインターネットにつなぐことにより、高度な自動運転を可能にした。

自動運転が社会にもたらす価値

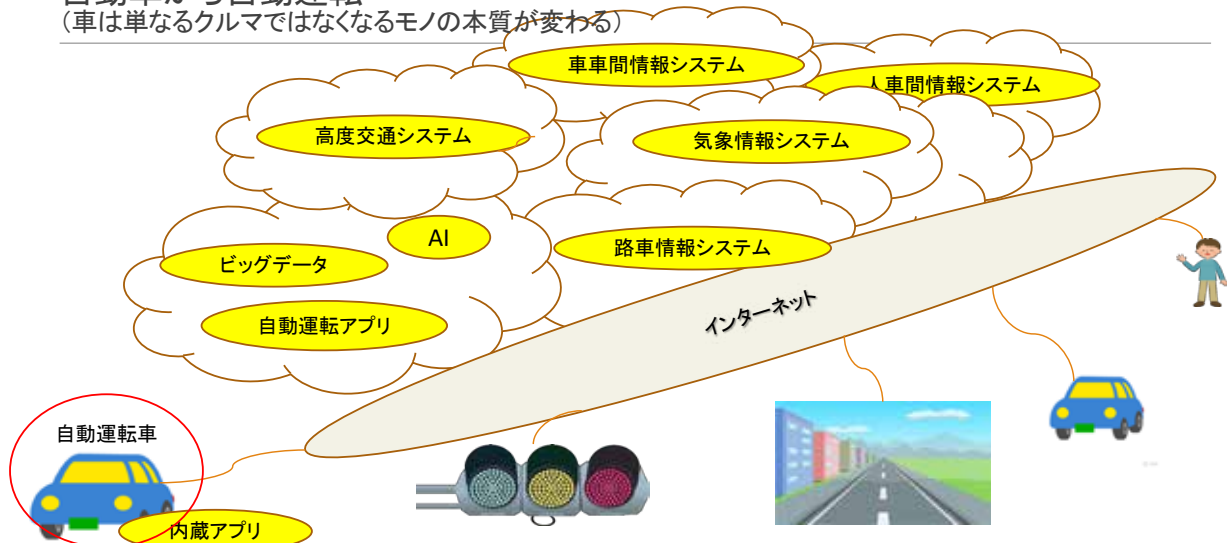
- 自動車事故の激減
- 交通渋滞の激減
- 運転者不足の解消
- 省エネ

コネクティッドカーという概念

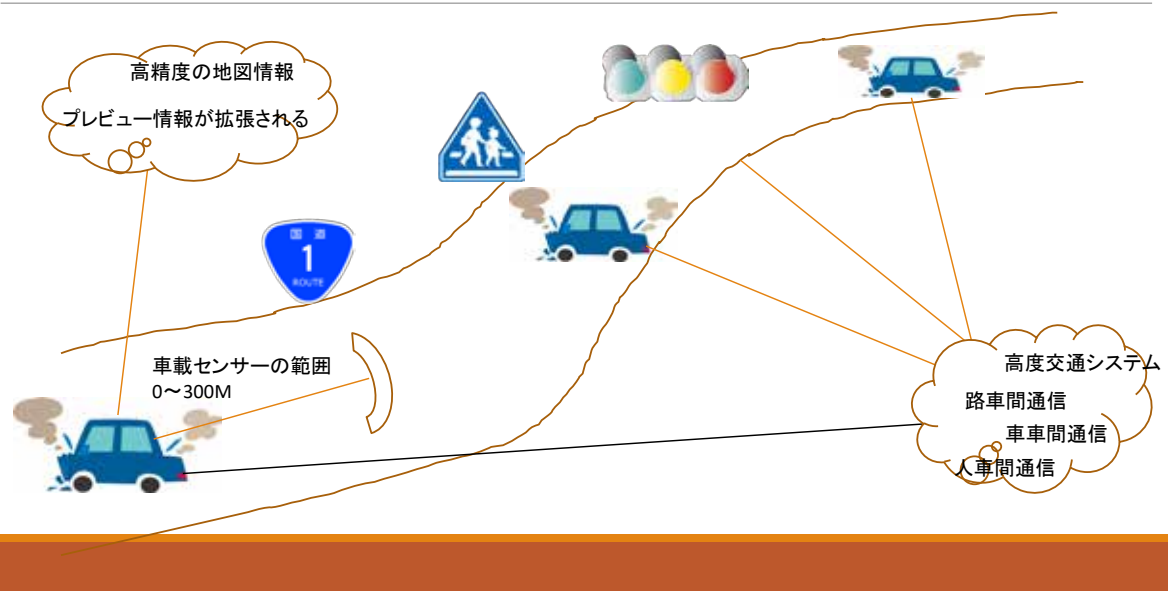
- 車の走行にまつわる革新(自動運転)
- インフォターメント(エンターテインメントとしての車)
- MaaSに担い手としての車
- 車が生み出すデータ(グーグルの狙い)

自動車から自動運転へ

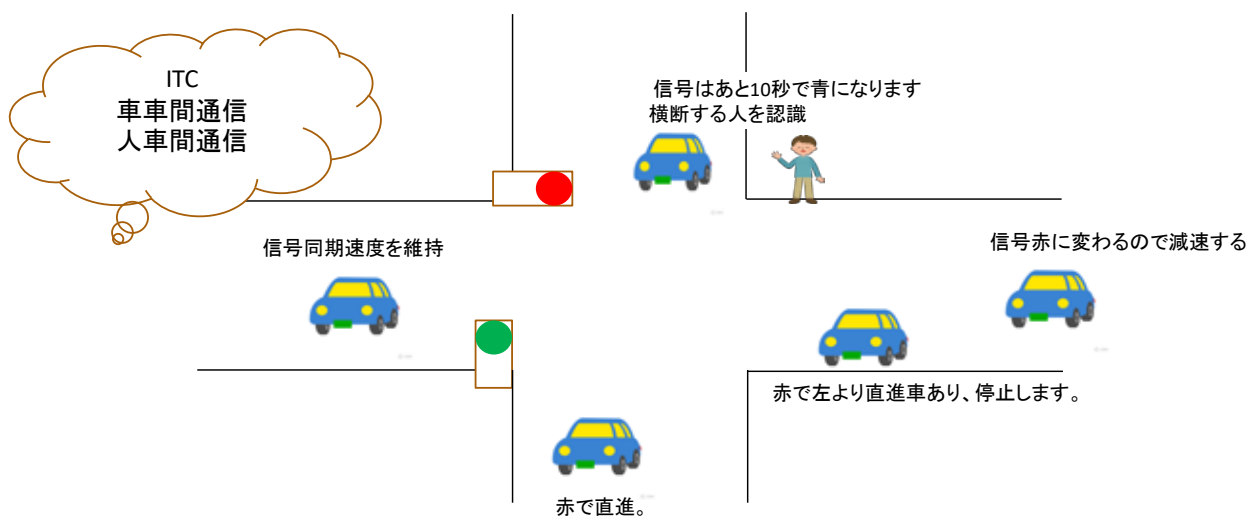
(車は単なるクルマではなくなるモノの本質が変わる)



自動運転がコーナーの先を見回す



自動運転のスマートトラフィック



自動車から自動運転へ (自動運転がもたらす産業構造の激変)

2030年までには新車の15%が自動運転車になると予想されている。

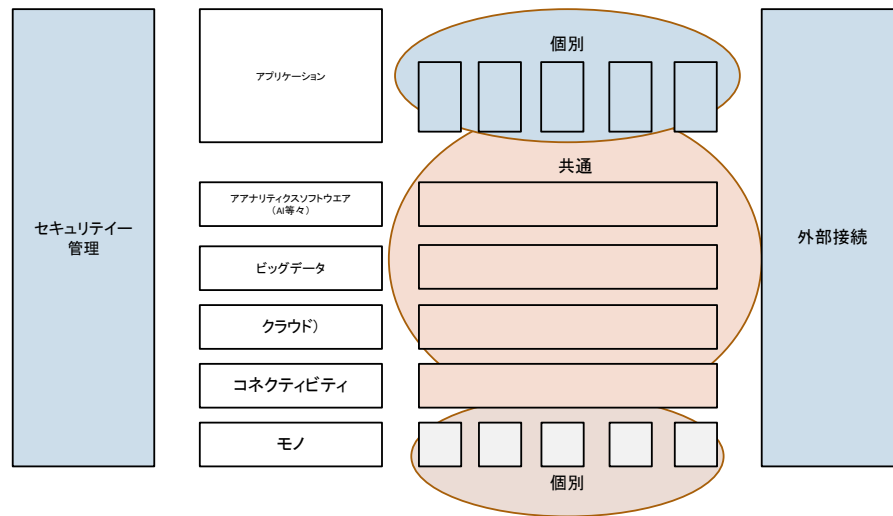
自動運転により影響を受ける業界

- 自動車産業: 相乗りが増えマイカー需要が減り、生産台数は減る
- 自動車修理業界: 交通事故が減り(90%事故が減る)、修理需要も減る
- 公共交通機関: 固定ルートしか運転できないバスや電車の需要が減る
- 運転手を必要とする業界: タクシー、公共交通機関、配送業などの運転者の必要性が減る
- 自動車保険業界: 事故率の減少に伴い、需要と保険料金低下に陥る
- 駐車場: 車の数が減れば、駐車場も減り、都市計画が変わる
- 住宅: 通勤中も仕事ができれば、郊外へ住宅を求める人が増える
- メディア・エンターテインメント: 運転中にメディアやエンターテインメントが楽しめる
- 等々

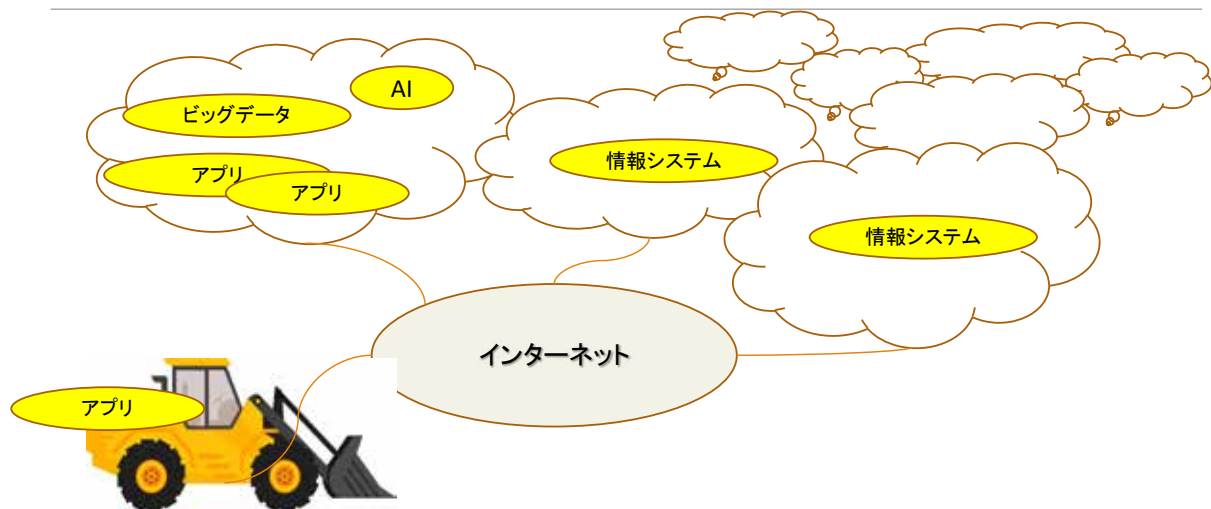
このように自動車はただのモノではなく、新たなサービス、ビジネスモデルを作り出し、自動車業界はもとより、業界を超えて影響が広がり産業構造や収益構造さえも変える。IoTはそういうパワーを持った技術なのである

2. IoTの技術

IoTの技術要素



モノはインターネットに接続し
クラウド上で動く無限の可能性を秘めた情報システムを利用できる



IoTの技術要素

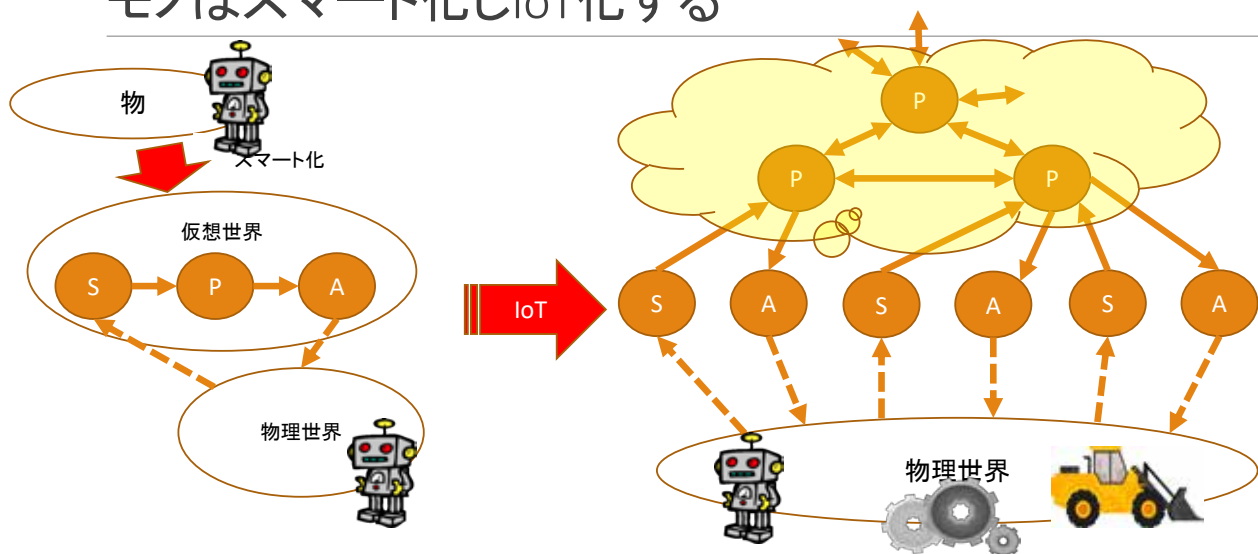
モノ

モノは最下層に位置し、センサー、プロセッサー、アクチュエーターを内蔵し、インターネットとの接続機能を持つ。いわゆるIoTデバイスを内蔵したモノはスマートフォンや家電、発電、送配電、自動車、航空、ビル、医療、運輸など様々な分野の製品、部品に取り付けられる。

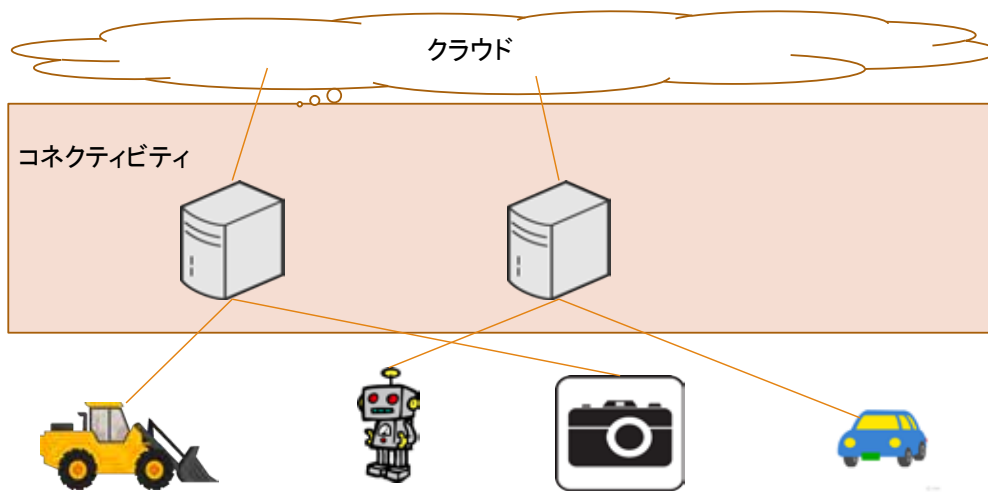
コネクティビティ

多種多様なモノから発せられたデータはネットワークを介してクラウドに収集される。この有線、無線のネットワーク網をコネクティビティと呼ぶ。膨大なモノからのデータに、SNSのデータを加え爆発的なデータ量になる。殺到するビッグデータを滞りなくさばく技術が求められる。ゲートウェイやエッジコンピューティングなどの分散技術でネットワークの交通渋滞解消、高速リスポンスを保証しなくてはならない。シスコの「Fog Computing」やインテルの「Intel IoT Platform」、NTTの「エッジコンピューティング」などがその技術を提供している。

モノはスマート化しIoT化する



コネクティビティ



IoTの技術要素

クラウド

クラウドとはインターネットに接続することを前提とする各種サービス。ここではアプリケーション稼働するためのサーバー環境や、ストレージ、ネットワーク、或いはOSやミドルウェアで構成し、それらをサービスとして提供するもので、一般的にはPaaSと言われるものである。アマゾンのAWS、マイクロソフトのAzureなど多くのベンダーが提供している。

ビッグデータ

モノから集められたビッグデータは集約され格納される。大規模かつ高速なデータ処理に耐えるためには、分散処理技術や高速処理技術が求められる。SAP HANAのインメモリーでの高速技術やHadoopはオープンソフトウェアの分散技術として使われている。ビッグデータ基盤もGoogleやAmazonなど多くのベンダーが提供している。

アナリティックソフトウェア

ビッグデータとして集められた膨大なデータは分析されて初めて意味がある。分析にはこれまでの歴史を踏まえて幅広いが、最近では人口知能がアナリティックソフトウェアの中核になりつつある。人口知能もGoogle、IBM、マイクロソフト、アマゾンなど多くの企業が技術開発し、提供しているし、OSSとしての人工知能も普及している。

セキュリティ

ユーザー認証とアクセス許可のほか、モノ、コネクティビティ、クラウドと言った各階層のセキュリティを担うツール群

外部接続

気象、交通、商品・エネルギー価格、ソーシャルメディア、地図など外部から取り込むためのゲートウェイ

IoTの技術要素

アプリケーション

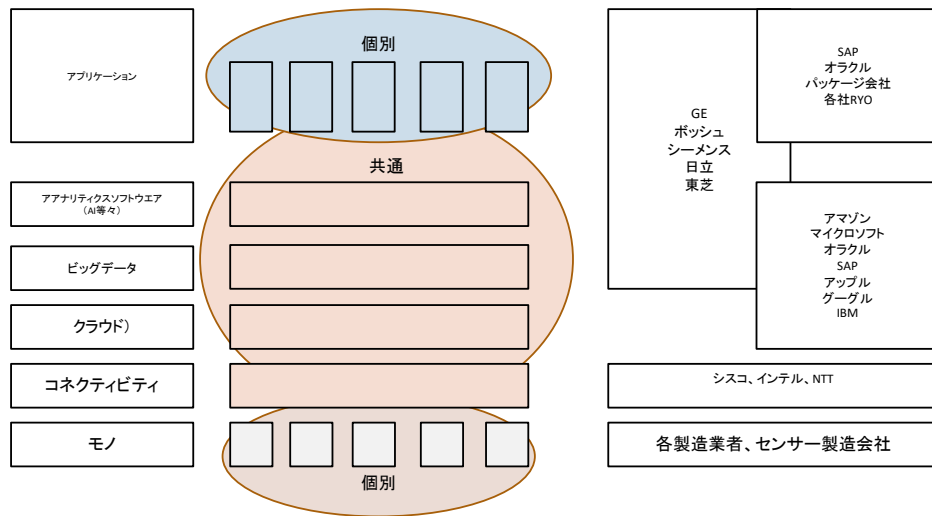
- アプリケーションはモノの本質を変える。例えば自動運転ならば、信号がない見通しのきかない交差点に入ろうとした時、車のセンサーからの情報、他の車の位置情報、スマホから収集した人の位置情報を収集分析し、交差点に入ることの危険性を判断し、もし、危険があるなら、即座にブレーキを作動させる。この情報収集解析、判断、ブレーキ作動の一連の作業をアプリケーションで行う。従って、アプリケーションはIoTシステム個別になる。ただ、IoTで収集されたデータを例えば会計処理するとか生産実績として集計するなど、企業横断的なアプリケーションも多数存在し、パッケージの利用もアプリケーションの実現形態として有用である。GEのPredixでは製造現場のアプリケーションをパッケージとして提供している。アプリケーションを部品化し提供し、その部品を組み合わせで企業独自のアプリケーションを構築することも可能なパッケージ提供ベンダーも出てきている。
- アプリケーション層ではアプリケーションを作成する基盤、その基盤を基にコンポーネント化した部品やその部品を組み合わせる仕組み(マイクロサービス等)などもこの層に含まれる。

IoT技術要素の構築

以上の技術要素を企業が自前で構築することは難しい。それぞれの技術要素はそれを得意とするベンダーあるいはいくつかの層をまとめて提供できるベンダーが多数出現している。次図に技術要素を提供する典型的なベンダーを紹介しておく。

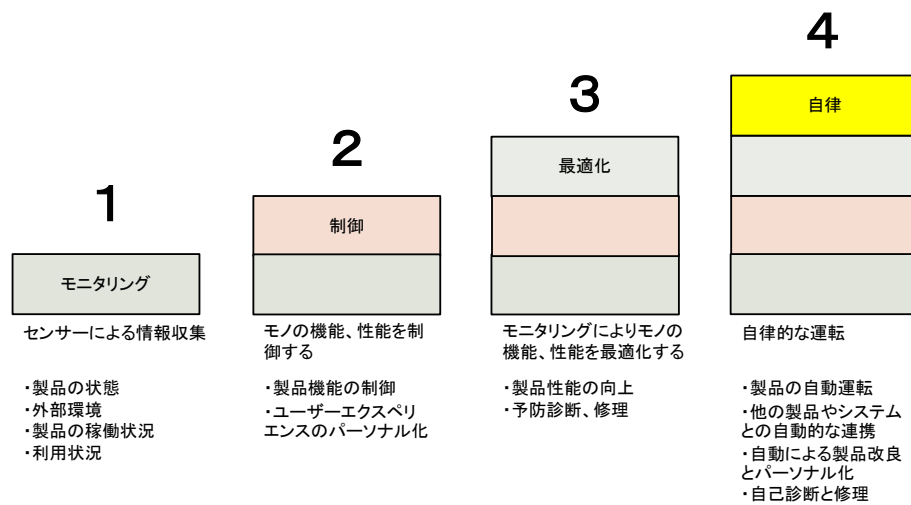
一方、これらの技術要素のどこまでを自前で構築するかという点は大きな戦略的決断になる。GEはこれらの技術要素の殆どを自前で構築し、そのプラットフォームを商品にGEのビジネス構造を大きく変えた。アマゾンやマイクロソフトに並ぶプラットフォーマーに変わった。日本でもコマツなどプラットフォームを売る企業も出てきている。

IoTの技術要素の提供パターン

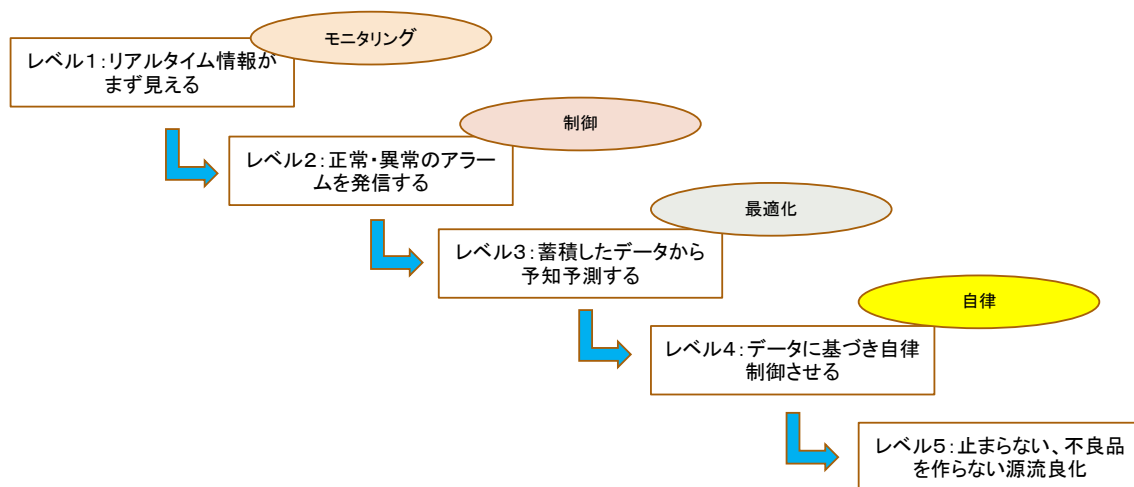


3. IoTのケーパビリティの進化

IoTのケーパビリティの進化

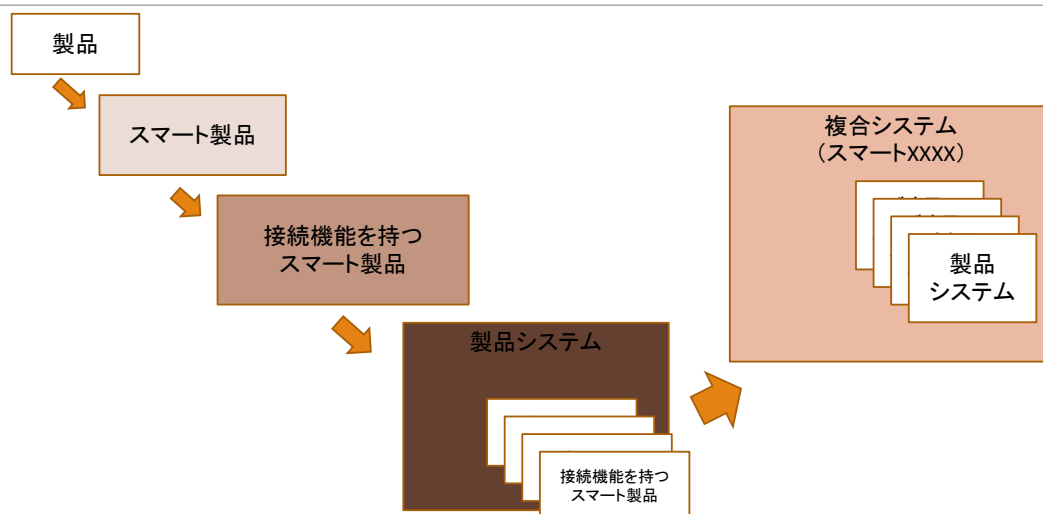


ケーパビリティの進化（デンソーの事例）

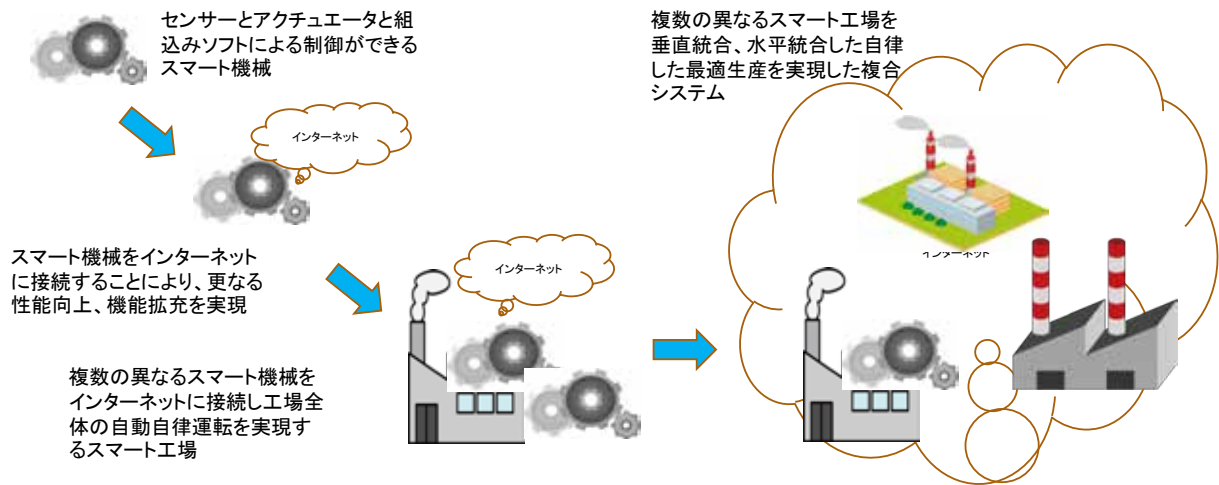


4. IoTによる他事業領域との融合

IoTによる他事業領域との融合

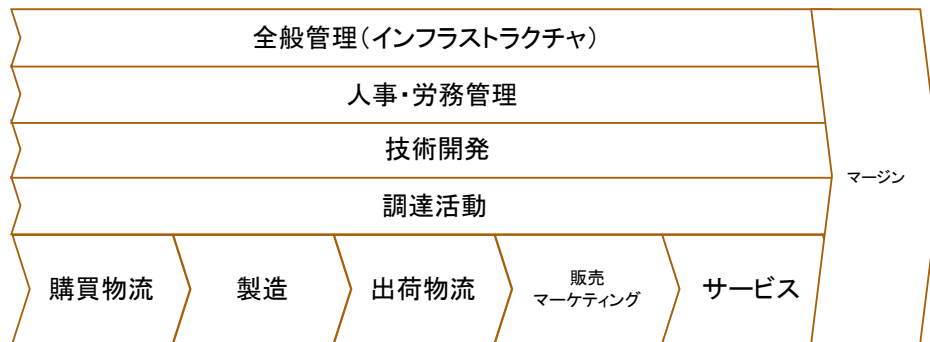


IoTによる他事業領域との融合例



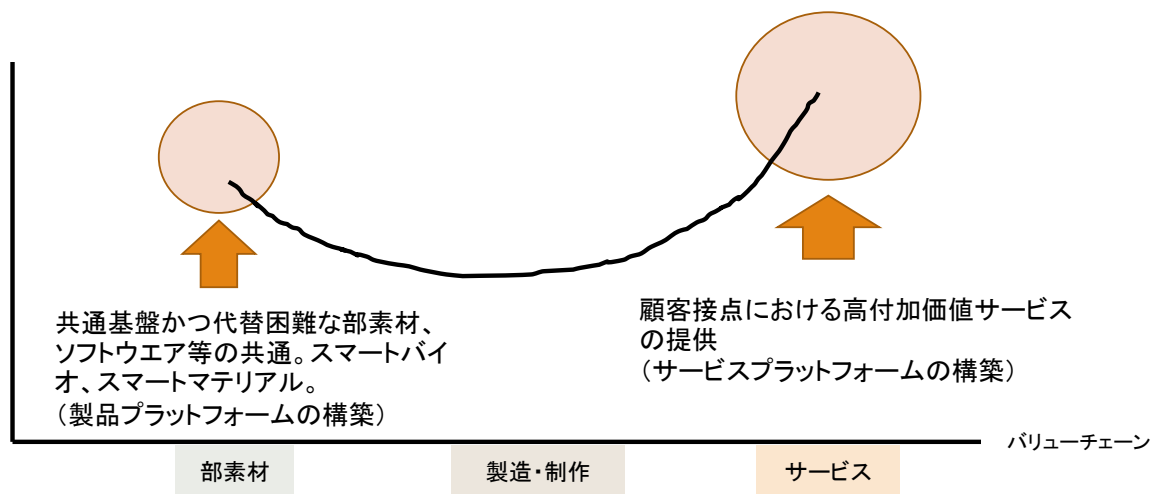
5. IoTによるバリューチェーンの変化

バリューチェーン(価値連鎖)とは



スマイルライン (付加価値のあるバリューチェーン)

付加価値



経産省産業構造審議会「新産業構造ビジョン」平成29年

製造業のバリューチェーンの変容

製品開発

- 機械工学的な設計から総合的なシステムエンジニアリング設計へ
- カスタマイズはソフトウェアに任せ、部品の規格化へ
- 柔軟で頻繁な改良が可能な設計へ

マーケティング・営業

- 卓越した商品企画へ
- 適格なSTP (Segmentation、Targeting、Positioning) へ

アフターサービス

- 予防的サービス
- 遠隔サービス
- ワンストップサービス

人的資源

- 新たな専門性
- 新しい組織文化

セキュリティ

- スマート製品の脆弱性

6. IoTの戦略への意味合い

製造業におけるIoTの戦略的意味

インターネットに繋がったスマート製品が業界構造や事業領域に変革を及ぼす事実は企業の戦略に影響を与える。IoTの導入は企業に次のような戦略的決断が求められる。

- 開放的なシステムか封鎖的なシステムか
- 内製するか外注するか
- 製品やサービスの価値を最大化するにはどういったデータを確保、分析する必要があるか
- 製品データの所有権とアクセス管理
- 流通チャネル、サービス網の一部、または全部を中抜きすべきか
- 収益モデルを手直しすべきか
- 製品データを第三者に販売するビジネスに手を出すべきだろうか
- 事業範囲を拡大すべきだろうか

7. 世界のIoT動向と事例

1. インダストリー4.0
2. IIC (INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM)
3. 日本のSOCIETY5.0

世界の取り組み

独インダストリー4.0

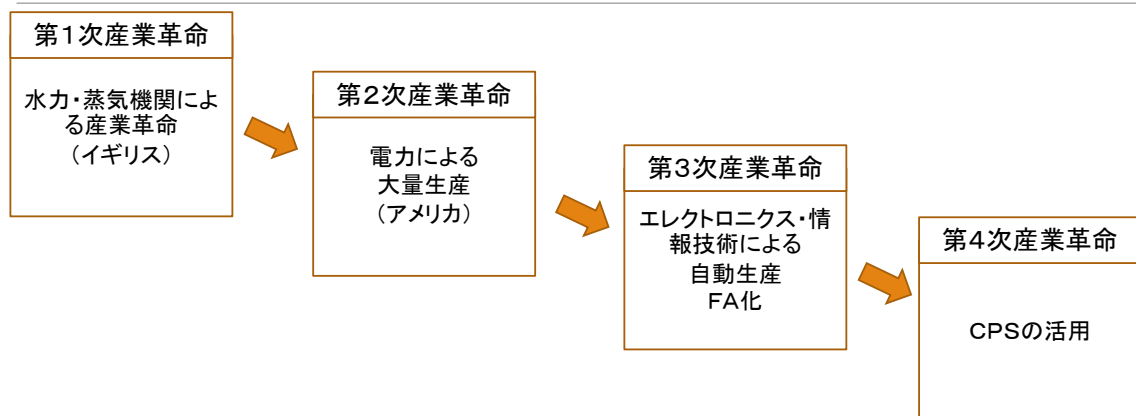
米IIC (Industry Internet Consortium)

日本Society5.0

IVI (Industry Value Chain Initiative)

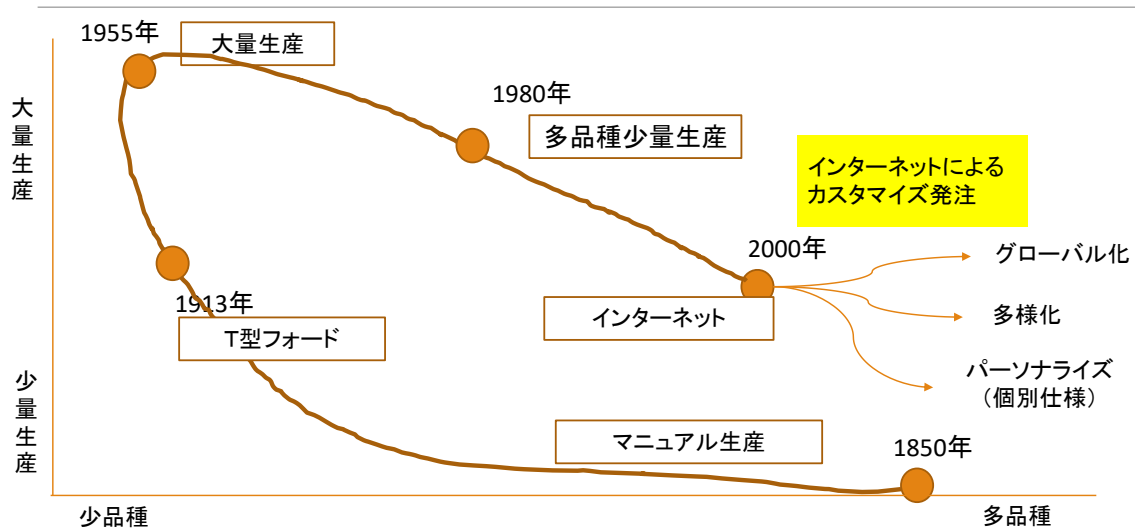
34

産業革命の歴史



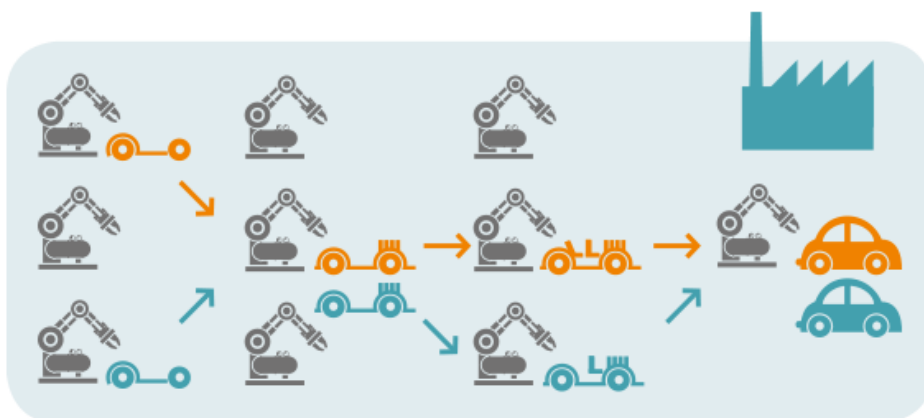
35

インダストリー4.0の狙い マス・カスタマイゼーション

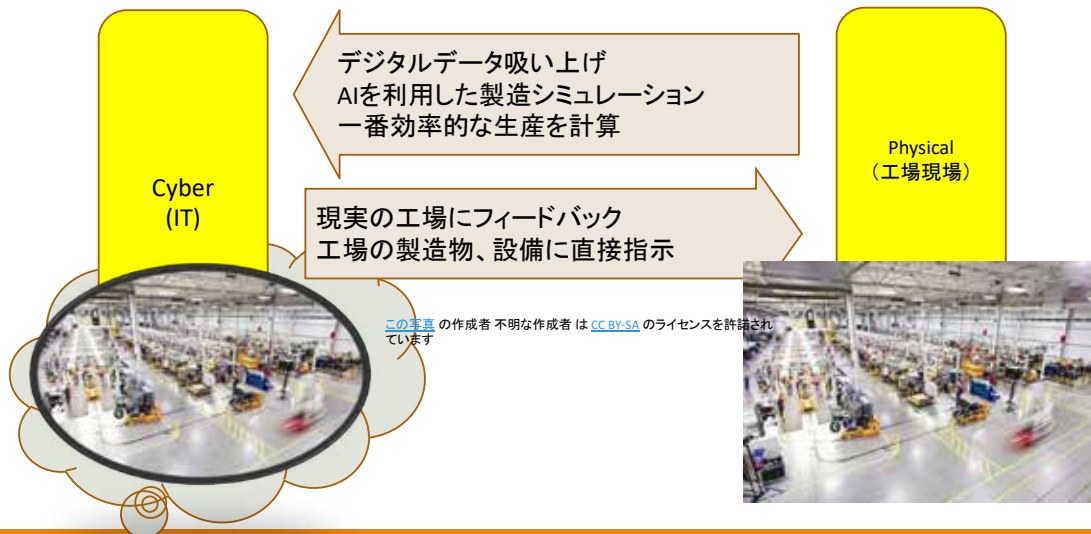


36

マスカスタマイゼーションイメージ

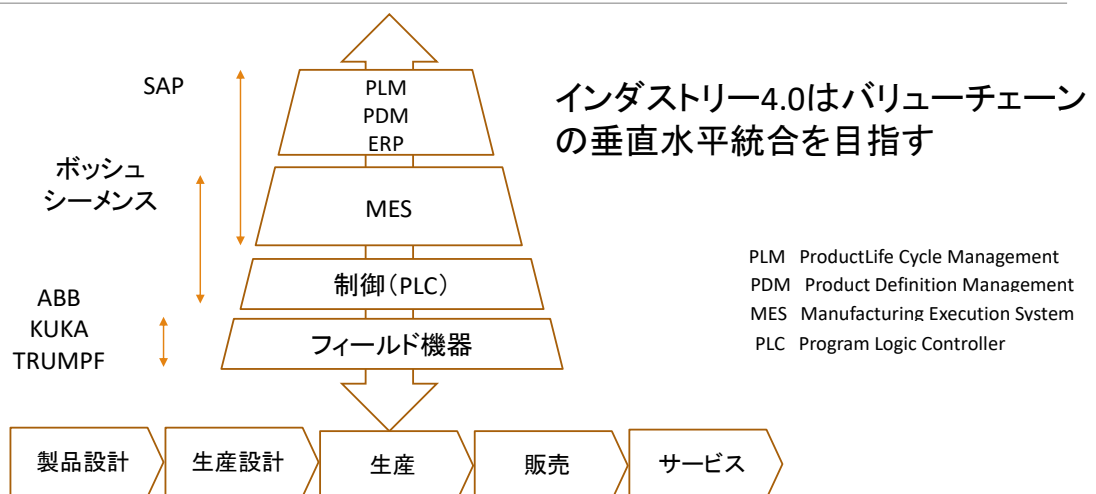


CPS (Cyber Physical System)



38

インダストリー4.0が考える生産システム構造



CPSの狙い

垂直展開(ERP→MES→制御→機器)

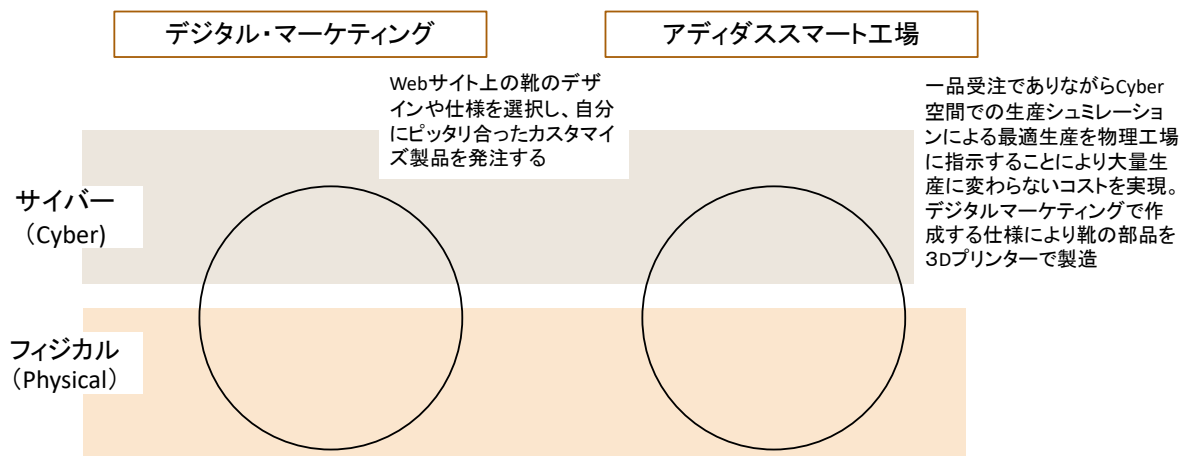
水平展開(バリューチェーンの連結)
(設計→生産設計→購買→生産→販売→サービス)

ドイツの工場が一つのスマート工場へ

発展途上国にCPSを販売

40

CPSを実現した アディダスのシューズ工場



ボッシュ

ドイツの自動車部品メーカーであり、モビリティ分野のIoTセンサーメーカー。ドイツの第4次産業革命のリーダー企業。

ボッシュのサービスビジネス化への転身

- MaaSへの取り組み
 - 自動パーキングビルで降車、自動運転にて駐車。スマホで呼び出せば、車が駐車場入り口に戻ってくる仕組み
 - ライドシェアビジネス
- 自社のノウハウを生かしたデジタルコンサルティング
 - 自社の工場をCPS化
 - 自社のIoTプラットフォームであるボッシュIoTプラットフォームを販売
 - 自社の工場における生産は勿論、在庫や物流のコスト削減ノウハウを生かし製造業以外でのデジタルコンサルティングを実施。
 - 製造業のノウハウはグーグルやマイクロソフトとは違うプラットフォーマーとしての価値を生み出している。

シーメンス

ボッシュと並ぶ、ドイツのインダストリー4.0を担うリーダー企業。

アンベルク工場でCPSを実装、マスカスタマイゼーションを実現した。

シーメンスは「ソフトウェア会社になる」と表明、世界屈指のクラウドプラットフォーマー（マインドスフェア）になった。メガプラットフォーマーにはない製造業ノウハウを生かす

Maas企業への転身

- 鉄道車両メーカーから鉄道運行サービスへ

Ingenuity for life

Digital Twin Performance



IIC(Industry Internet Consortium)

2012年GEが「Industry Internet」の概念を発表

2014年 GE、インテル、IBM、シスコ、AT&TがIICを設立

2015年末参加企業は233社。インダストリー4.0に参加する企業も合流

IICは「Industry Internet」のコンセプトのもとに参集した緩やかな会議体で、各企業がケーススタディや実証実験を発表し共有している。

46

インダストリー4.0と インダストリアル・インターネット・コンソーシアムとの相違点

	インダストリー4.0	IIC
目的	第4次産業革命の主導権をドイツが握る	革新的な製品・サービス・手法の創出
組織の位置づけ	産学協同の国家プロジェクト(参加はドイツ法人限定)	加盟企業の活動報告の場＝会議体
成果物(発行単位)	プロジェクトとして発行(特定企業の成果を報告したりしない)	加盟企業ごとに発行
実施内容	研究推進、標準規格策定等	実証実験、ケーススタディ
期限	10年および20年後	規定なし(実証実験も事業化は数年後)
対象業種	全製造業共通	実証実験、ケーススタディ事に異なる

GEの改革

GEの航空機エンジン

- 航空機エンジンを稼働時間リースへ
- 航空機エンジンに多くのセンサー、発信システムを搭載
- 運航中にエンジン・データをリアルタイムに収集。
- 不具合があれば、到着と同時に修理
- オーバーホール削減
- 予防保全
- 定期運行率が上がり、保守コスト低減



航空会社の最適運行計画を提案(有料サービス)
モノの販売からサービスの販売にシフト

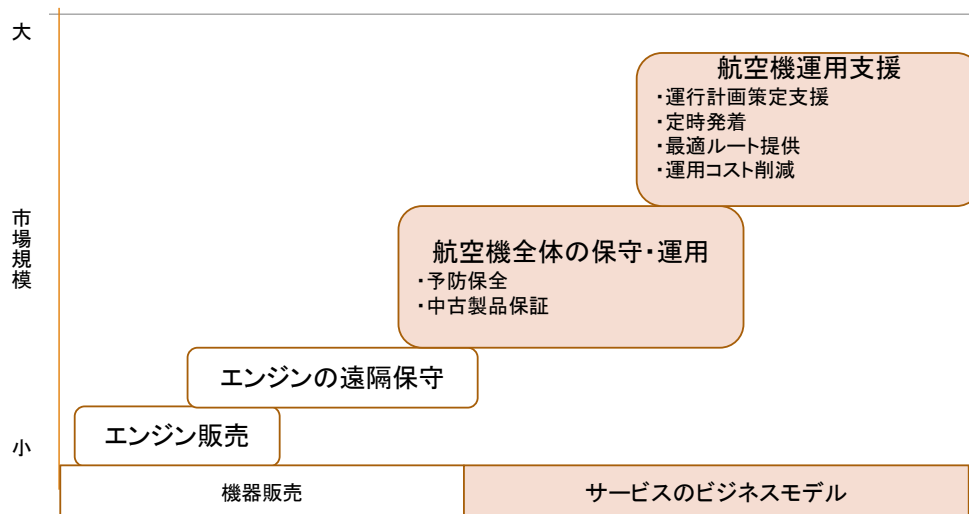
GEは上記システムをIoTプラットフォームとして販売(Predix)

GEはPredixをもとにエナジー・マネジメント部門、ヘルスケア部門、運輸・鉄道部門等全部門に展開

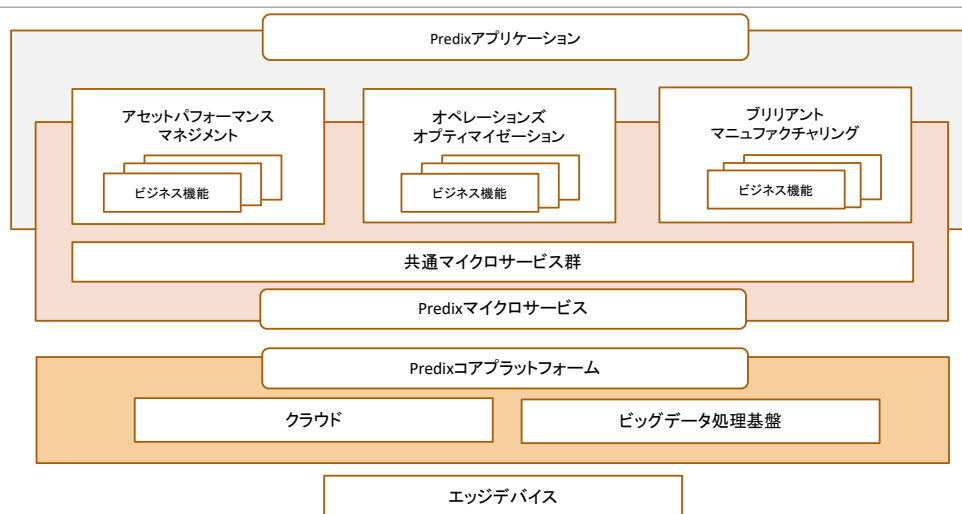
GEは自らを「ソフトウェアを作る会社」と宣言

48

製品からサービスへ

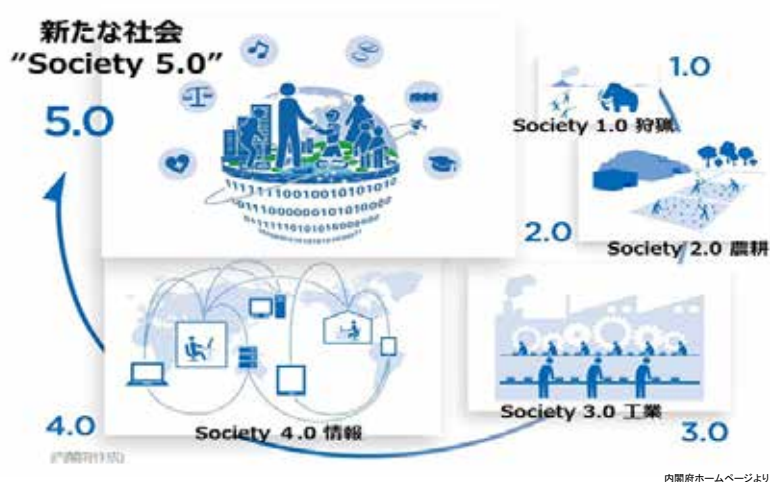


Predixの技術構造

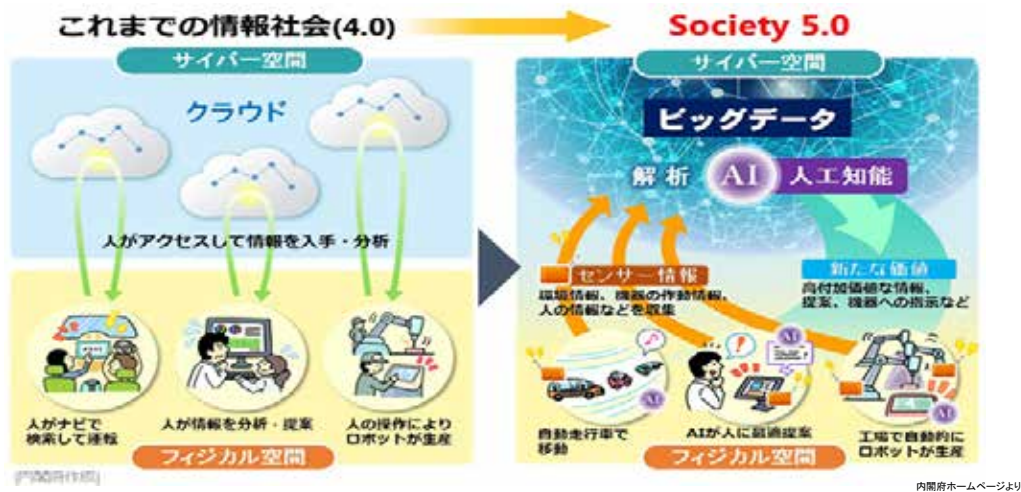


Society5.0とは

サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会(Society)



Society4.0からSociety5.0へ



52

Society5.0は経済発展と社会的課題の解決の両立





内閣府ホームページより



内閣府ホームページより

モノ作りの例



コマツの事例 (KOMTRAX)

世界に活躍するコマツ建設機械と接続

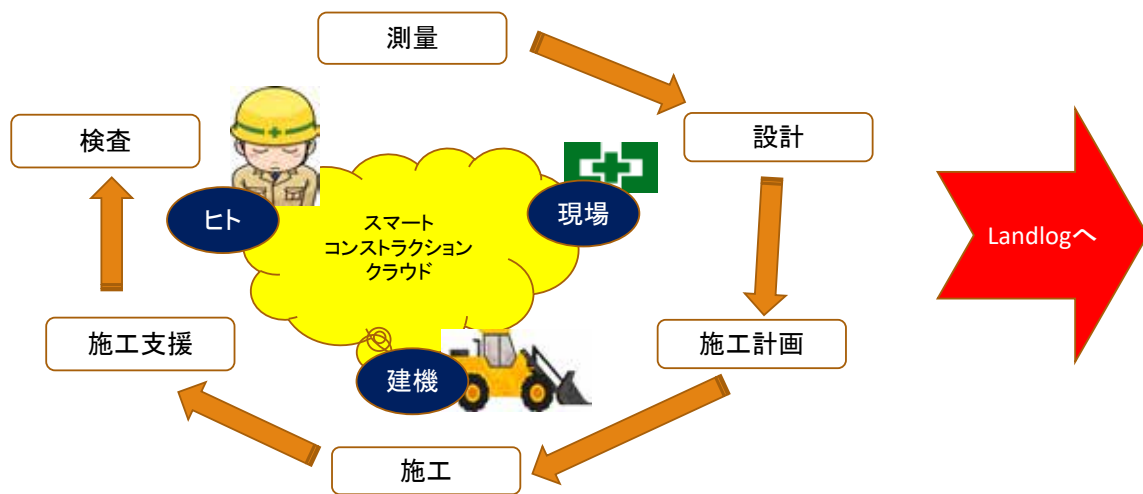
建機のセンサーから取得する車両内情報と位置情報を顧客、代理店、現地法人に提供

KOMTRAXを無償提供

以下のステップで発展

- 盗難防止
- 中国での代金回収 (エンジン遠隔停止)
- ユーザーのコスト削減支援 (アフターサービス)
- サービス水準の向上
- 予防保全
- 商品開発、需要予測

コマツの事例 (スマート・コンストラクション)



58

ヤマザキマザック

工作機械が工作機械を作るスマート工場へのステップ

- 第1段階: 工場全体の設備機器の稼働データ情報を全社的に共有・可視化
- 第2段階: 収集したデータをビッグデータ化し、分析し、生産性の向上や予防保全に活用する
- 第3段階: 受発注システム、生産管理システム、物流システム、生産実行システム、制御システムなどの連携を深め工場全体の最適化を図る。
- 第4段階: 熟練工のノウハウをAI化し、高度な加工シミュレーションを開発システムの最適化を図る
- 第5段階: 工場の自立運転

ヤマザキマザックは自社のスマート工場で達成した多品種少量生産や短納期化などのノウハウやIoT機器を製品化・サービス化し顧客に販売するビジネスモデルを作り出した。

演習

次のようなモノをIoT化すると顧客、メーカー、或いはその他社会にどのような利益をもたらすか？コストを気にせずモノが変化し、どんなことができるようになるのかイメージを膨らませて下さい。

1. 信号機
2. 冷蔵庫
3. 町の飲料自販機

8. IoTとDX(Digital Transformation)

DXとは何か

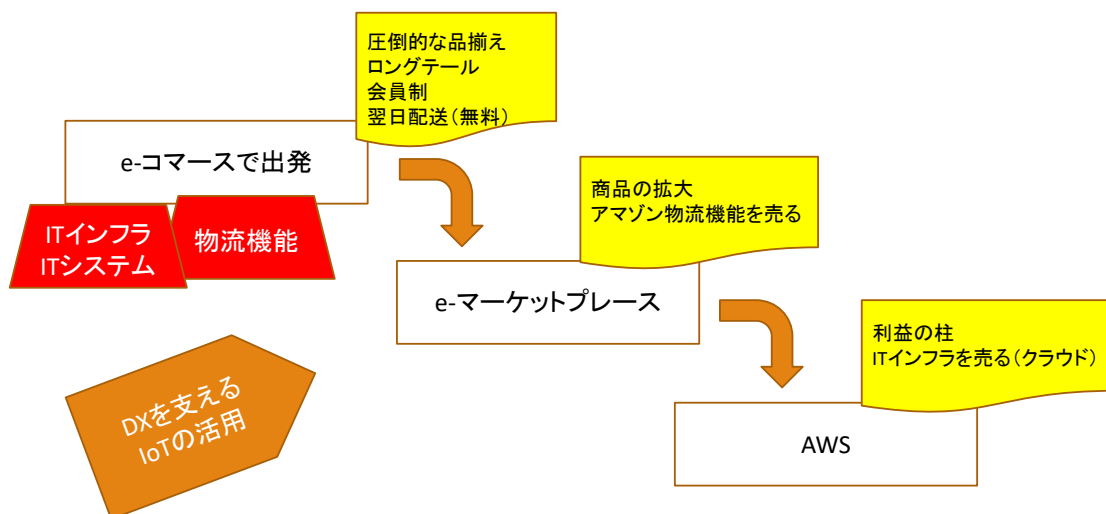
DXは、スウェーデンのウメオ大学で教授を務めるEric Stolterman氏が、2004年に「ITの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させる」という意味をもつ、デジタルトランスフォーメーション(Digital Transformation)を提唱したことが始まり。

「企業が第3のプラットフォーム技術(クラウド・ビッグデータ／アナリティクス・ソーシャル技術・モビリティ)を利用して、新しい製品やサービス、新しいビジネスモデル、新しい関係を通じて価値を創出し、競争上の優位性を確立すること」(IDCJapan)

「仮想世界と物理的世界が融合され、モノのインターネット(IoT)を通じてプロセスや業界の動きを変革する新しいビジネスデザイン」をデジタルビジネスと呼び、このデジタルビジネスへの改革プロセスを「デジタルビジネストランスフォーメーション」と言った(ガートナー)

これまで見てきたIoTの先進事例はIoTと言うデジタル技術を利用したDXと言える

アマゾンのDX



アマゾンのIoT事例



IoTを導入することはDXを実現すること

IoTを文字通り表現すれば、モノがインターネットに繋がるということに過ぎないが、これまで見てきた先進事例を見れば、IoTは新たな製品、サービス、或いは新たなビジネスモデルを創出、企業の変革を推進し、競争優位を実現する戦略的な道具と言うことに間違いない。そして、この変革は当該企業だけに留まらずその業界や関連する業界の競争の構図を変えるエネルギーがある。IoTは単なる業務改善やコスト削減を目指す道具ではない、目指すところは事業の変革であり、競争優位を獲得することにある。これはデジタルトランスフォーメーション(DX)と目指すところは同じである。ここで紹介したGEやボッシュ、日本のコマツなどはまさにIoTを活用して事業を変革し、市場競争を優位を展開している。企業はIoTの検討というよりはまずDX実現に向けての検討が重要になる。IoTは企業のDX実現の一つのデジタルの道具であり、DXを実現する様々なデジタル技術のひとつに過ぎない。大事なものはDXを計画、実行することである。

9. IoTの課題

1. セキュリティ
2. データは誰のものか

セキュリティ (サイバーセキュリティ)

何を守るか

- 機密性 (Confidence)
- 完全性 (Integrity)
- 可用性 (Availability)

マルウェアの分類

- ウイルス
- ワーム
- トロイの木馬
- スパイウェア
- ボット
- ランサムウェア

サイバー攻撃の事例

サイバー戦争

- ロシア(2000人サイバー戦闘員)
 - 2007年IT立国エストニアへの世界初の本格的サイバー攻撃(報道機関、金融機関を対象)
 - 2014年ウクライナとのサイバー戦争
- 中国(2万～10万サイバー戦闘員)
 - 2015年アメリカ連邦政府人事管理局の個人データ流出
 - 2015年日本年金機構の年金個人情報流出
 - 2017年米海軍第7艦隊イージス艦衝突、座礁
- アメリカ(9000人サイバー戦闘員)
 - 2009年イランの核燃料施設の攻撃(Stuxnet)
 - 2017年北朝鮮「火星」型中型弾道ミサイル実験失敗
- 北朝鮮(7000人)
 - 2014年ソニー・ピクチャーズ・エンタテインメントから個人情報、機密情報流出「ザ・インタビュー」事件

68

サイバー攻撃手口事例

2016年JTB顧客情報流出事件

- 偽装なりすましメールの添付ファイルからマルウェアに感染
- 特定の社員を狙い、その社員のメールの相手、内容を事前調査し巧みになりすまし
- マルウェアに感染したパソコン、サーバーを遠隔操作、顧客情報漏洩

2015年年金機構情報流出事件

- 学術機関のセミナー案内のなりすましメール
- 感染したPCを遠隔操作。そのPCから個人情報漏洩。
- 日本年金機構は個人情報をPCに置かないルール。社員がサーバーからダウンロードする人為的ミス

2017年ワナクライの猛威

- ワーム型マルウェア。データを暗号化し、解除のためにビットコインを要求
- 世界150か国23万台以上のPCが感染
- 日本でも日立、JR東日本、イオン、ホンダなどが感染

2017年JALビジネスメール事件

- 航空機リース料などを搾取
- 潜伏型マルウェア「トロイの木馬」が航空機リースの支払い方法に関する担当者同士のやり取りを長期間監視、研究し、チャンスを窺っていた

69

サイバーセキュリティ対策

入室管理(マルウェアの侵入を防ぐ)

1. メール対策
2. ウェブ・ブラウザ対策
3. 外部メディア対策

事後対策

1. 運用監視
→情報通信記録(ログ)の蓄積
2. 事後対応
→原因・犯人の追跡
→被害後の対応支援

70

IoT時代のセキュリティ

IoTへのサイバー攻撃は何が問題なのか

- 社会の隅々までいきわたるIoTデバイス(2025年には400億個を超える)
- 知らない間に被害者/加害者になる可能性
- 対策されないまま放置される可能性(機器の更新、OSの更新はされにくい)
- ネットを利用している意識がない
- IoTデバイスのOSや通信プロトコルは標準化されず、単機能でセキュリティー対策されていない
- GoogleのAIスピーカー事件は改めてIoT機器の脆弱性を露呈

IoT機器への攻撃

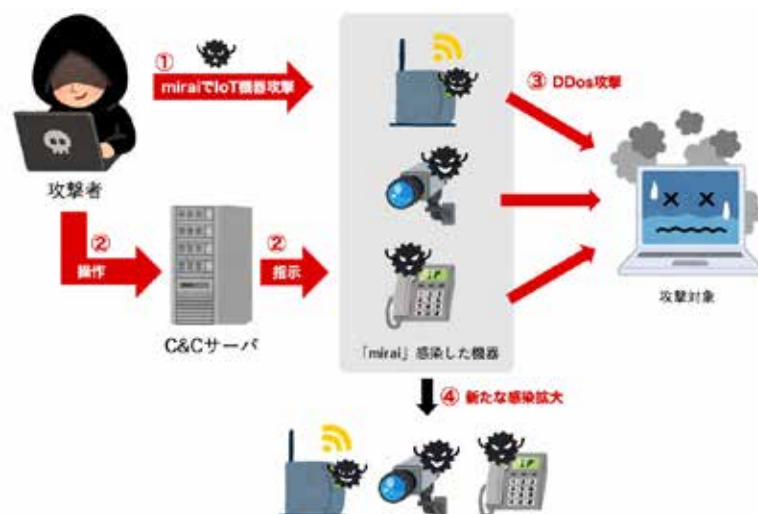
- 迷惑メール発信の踏み台にされる(冷蔵庫が75万件の迷惑メールを配信)
- ボットネットへの組み込み(Mirai)
- 情報の盗み見、漏洩(Insecamで防犯カメラをのぞき見)
- DNSチェンジャーによる不正サイトへ誘導(ルーターのDNSを書き換え)
- 自動運転車の乗っ取り

サイバー攻撃からIoT機器を守る

- IoT機器も立派なネットデバイスであることを意識する
- 第三者の侵入を防ぐ設定
- ネットへの直接接続は避ける(ルーター経由など)
- 使わなくなったIoT機器は電源を切る
- 問い合わせ先がない機器の使用はしない

IoT時代のサイバーセキュリティ

Miraiの恐怖



攻撃例

- ・2016年著名なインターネットサービスが被害(Twitter、Netflixなど)
- ・2016年プライアंकレブス氏のブログ攻撃
- ・2016年ドイツテレコム of サービス停止

72

Miraiを防ぐ

Miraiは脆弱なIoT Deviceを狙う

MiraiはありがちなID／パスワードを狙う(辞書攻撃)

- admin/admin
- guest/guest
- Root/123456

IoT機器の問題

- パスワードがハードコーディングされている
- パスワードが変更できない
- 機器は通常触らないところで管理されパスワードはデフォルトのまま。パスワードは強制的に変更させることが重要。
- 平文を使わない(暗号化)

73

データは誰のものか

データの法的扱い

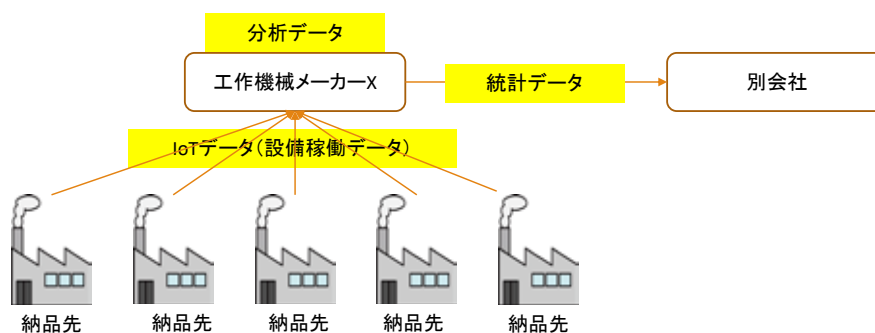
- データは無体物であり、民法上、所有権や占有権、用益物権、担保物権の対象とはならないため、所有権や占有権の概念に基づいてデータに係る権利の有無を定めることはできない(民法 206 条、同法 85 条参照)。
- データが知的財産権として保護されるのは限定的。IoT機器から取得したデータは知的財産として認められない。
- データが一定の要件を満たせば機密情報として法的保護の対象となり得る
- データが個人情報を含むならば個人情報保護法により法的に保護される

データオーナーシップ

- データオーナーシップとは「データに適法にアクセスし、その利用をコントロールできる事実上の地位、または 契約によってデータの利用権限を取り決めた場合にはそのような債権的な地位」
- 契約上でデータの利活用に必要な次のような事項を取り決める
 - 対象データ、利用目的、利用権限、加工の可否と派生データの利用権限、データ内容の保証／非保証、第三者提供の可否、第三者提供の収益と費用の配分、管理方法、データ保持期間、利用期間など

IoTデータ利活用の事例

工作機械メーカーXは多くの顧客工場に工作機械を納入している。Xは工作機械に装着したIoTセンサーから稼働データを取得し、分析し、保守に活用し、全ての顧客へ効率的な利用方法をアドバイスしている。更にXは自社の商品開発にこの分析データを利用するとともに、統計データを作成し、他の会社売って利益を得ている。これらのIoTデータ、分析データ、統計データはだれのモノ？Xの行為は問題ないか？



IoTデータの活用事例

「データは無体物であり、民法上、所有権や占有権、用益物権、担保物権の対象とはならないため、所有権や占有権の概念に基づいてデータに係る権利の有無を定めることはできない」とあるので無体物であるデータを誰がどう利用しても法的制限は受けない。顧客の工作機械の稼働によって得たデータは顧客の権利のように思えるが、法的権利はない。

従って、個別契約において「データオーナーシップ」の考え方を明記することが現実的である。例えばX社が別会社に統計データを作成し販売する場合、それを許すのか、許す場合、収益とコストを考え顧客の寄与程度を勘案し、配分を考えた契約を行う必要がある。

IoTにおけるプライバシー問題

消費者の立場

- IoTが進展し、消費者は企業による監視やデータ漏洩の危険にさらされていると感じている
- そもそも消費者はどんなデータがどのように集められ、どのように利活用されているかを知らない
- 消費者はモノのアップグレードという自然な行為で得たスマートなモノが自分を監視することになることに気づいていない
- 消費者はモノのプライバシーポリシーを見ないし、見てもよく分からない

企業はこうした消費者の不安を払拭しなければならない

- 経営者が取り組むべき3要件
 - プライバシーガバナンスにかかわる姿勢の明文化
 - プライバシー保護責任者の任命
 - プライバシーへの取り組みに対するリソースの投入
- プライバシーガバナンスの重要ポイント
 - 体制
 - 運用ルール
 - プライバシー文化
 - 消費者とのコミュニケーション
 - ビジネスパートナーとのコミュニケーション



10. IoTを実現するためのスキル体系

独立行政法人情報推進機構(IPA)のITスキル標準(ITSS)

スキル標準としては現在下記3種類の標準がある。

- ITスキル標準(ITSS)
各種IT関連サービスの提供に必要とされる能力を明確化・体系化した指標。主にシステム開発・提供を行う人材向け。
- 組込みスキル標準(ETSS)
組込みソフトウェア開発に関する人材育成、人材の有効活用を実現するための指標。組込みソフトウェアを開発する人材向け
- 情報システムユーザースキル標準(UISS)
情報システムを利用するユーザーにおいて必要となるスキルをシステムの企画・開発から保守・運用までのシステムライフサイクル・プロセスを基に体系化した指標。情報システムの利用者側からITに関わる人材向け。

これらのスキル標準はそれぞれの特徴を持ち、対象とする人材像も異なるため独自の発展をしてきた。ITプロフェッショナルを育成する企業がこれらのスキル標準をその構造上の違いを認識し、柔軟に活用できるように、タスク、人材、スキルを軸に共通キャリア・フレームワークとして整理体系化してきた(CCSF)。

更に、近年、IT関連産業はクラウドなどの発展により、受託型の開発からサービス提供へとシフトし、必要とされるIT人材にも新たな視点が求められるようになった。これらの要求にこたえるべき、幅広いコンテンツを提供し、利活用する企業があるべき人材育成の仕組みを構築できるように「i-コンピテンシディクショナリー」が開発された。

当プロジェクトではこのCCSF、「i-コンピテンシディクショナリー」及び後述するITSS+を参照する。

IPAのITSS+（プラス）

企業のIT利活用はこれまでの伝統的なバックエンドでの業務支援領域から売上や利益に直結するフロントエンド領域へと変化している。ITSS+はこの状況を踏まえ新たな領域での学び直しの指針として策定された。

	新たなIT投資	
	伝統的なIT投資	
目的	守りのIT投資 (コスト削減) (ビジネスを支援)	攻めのIT投資 (売上・付加価値向上) (ビジネスを実行)
傾向	安定性重視	スピード重視
対象領域	バックエンド SoR (Systems of Record)	フロントエンド SoE (Systems of Engagement)
IT投資の形態	プロジェクト	プロダクト・サービス (価値提供)
オーナー	情報システム部門	LOB (事業部門; Line of Business)
開発手法	ウォーターフォール	アジャイル、DevOps等
プラットフォームへの要求	信頼性・堅牢性	拡張性・柔軟性
開発形態	ITベンダーへの外注が主体	ユーザー企業での内製や パートナーによる開発が主体
人材の役割	分業・専門分化	フルスタック・マルチロール
開発運用体制	技術者とIT部門	技術者とIT部門+事業部門
対象業務	予測可能	探索型
データ	構造	構造+非構造+外部
強み	競争力・実行力	機動力・柔軟性

ITSS+（プラス）

ITSS+の対象領域

- データサイエンス領域
- IoTソリューション領域
- アジャイル領域
- セキュリティ領域
- DX領域 (参考として「DXに向けたスキル変革の方向性」のイメージ)

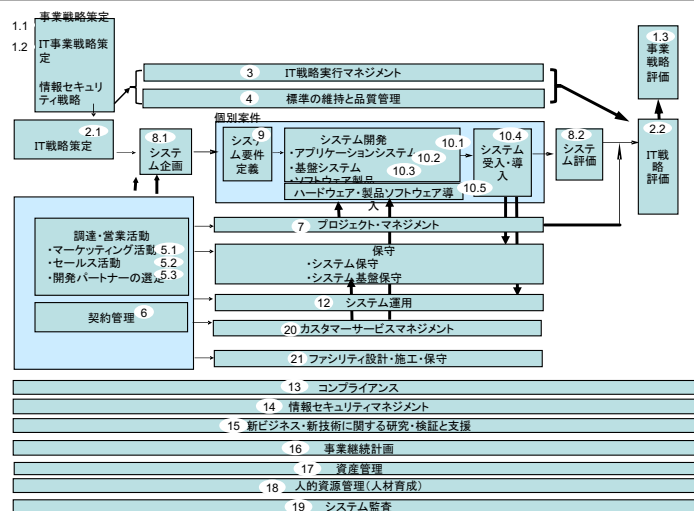
IoTソリューション領域については下記ドキュメントが提供されている

- IoTソリューション領域へのスキル変革の指針
- タスクリスト
- 参考文献

＜参考＞ITSS+(IoTソリューション領域)のタスクと役割

[illegible]

＜参考＞CSSF (Career Skill Framework) のタスクモデル構成図



当プロジェクトで想定したIoTソリューション開発タスク関連図



タスクの定義

戦略策定

- 企業戦略を策定する
- 戦略に沿った経営計画の策定する
- 戦略に沿って、IT技術トレンド、自社の情報化の状況を踏まえIT戦略策定。
- IT戦略に沿ったIT計画策定

IoTソリューション企画

- 戦略に沿った個別のIoTソリューションを企画立案する
- IoTソリューションは新たな製品、サービス、これまでのビジネスモデルを変えるものが含まれる
- 新たなビジネスモデルを実現するために業務分析を実施し、あるべき業務プロセスモデルを策定する
- IoTソリューション企画の実現計画を策定する

タスクの定義

個別システム開発

- 要件定義
 - 新たなビジネスモデルに従って、機能要件を定義する
 - パッケージを利用するかどうかの決定
 - 開発技法の選定（局面化技法、アジャイル、コンポーネント設計など）
 - 運用要件、性能要件、RAS要件などの非機能要件を定義する
 - データを有効に活用するために、様々な統計分析手法、AI手法、モデリングやシミュレーションについて検討し、要件にまとめる。
 - データの取得方法、格納方式に対する要件を定義する
 - IoTデバイス、エッジコンピュータ、ネットワーク、クラウドの一貫したセキュリティ要件を定義する
- IoTクラウド側アプリケーション開発
 - アプリケーション処理方式の設計とアプリケーション基盤の構築
 - 要件に沿ったアプリケーションの設計開発
 - パッケージ開発の場合の導入、カスタマイズ
- IoTデバイス側開発
 - アプリケーション処理方式の設計とアプリケーション開発基盤の設計実装
 - アプリケーションの設計開発
 - パッケージ開発の場合の導入、カスタマイズ
 - IoTデバイスにはエッジコンピュータも含む
- IoTプラットフォーム設計・構築
 - 非機能要件に従って、エッジコンピュータ、ネットワーク、クラウド側OS、ミドルウェア、ビッグデータ、アナリティクスSWなどのコンポーネント製品を評価選択、あるいはそのうちいくつかのコンポーネントをまとめたプラットフォーム製品を評価選択する。
 - これらコンポーネントを組み合わせIoTプラットフォーム全体構成を設計する
 - IoTプラットフォーム全体を実装し、統合テストを実施する。
- システムテスト・移行
- プロジェクトマネジメント

タスクの定義

保守・運用

- サービスマネジメント
 - SLAを定め、SLAを維持・改善するようマネジメントする
- システム運用管理
 - システム運用マニュアルに従ってシステム運用・監視
 - 障害管理の実施
 - セキュリティ管理の実施
 - 予防保守
 - システム評価・改善

戦略評価

- 戦略に沿った経営計画の実績を評価し、戦略実現への問題点、課題点を抽出、経営計画のローリングプランを策定する
- 企業環境の変化により戦略実現が難しくなった場合は戦略の見直しを実施する

プロダクトマネジメント

- 個別ソリューション毎に、その企画、開発、保守全ての局面を統括し、個別ソリューションの有効性を評価する。

役割の定義

1. **ビジネスストラテジスト**
 - 企業の競争優位を確保するための戦略を立案する
 - IoTを利用し新たなサービス、製品を企画し、或いは新たなビジネスモデルを立案する。
 - ビジネスモデルに沿って業務分析し、あるべきビジネスプロセスモデルを設計する。
 - 戦略から、ビジネスモデル、ビジネスプロセスモデルまでの構築までの経営計画を策定する
 - IoTソリューションの効果を測定し、経営計画を評価する
2. **ITアーキテクト**
 - 企業戦略に沿ったIT戦略を策定する
 - IT戦略に沿って、IoTソリューションに必要なハードウェア、ソフトウェア、ビッグデータ、アナリティックSWなどを含むシステムアーキテクチャーを設計する。
 - システムアーキテクチャーに沿って、IoTプラットフォームを自前で実装するか外部ベンダーからの提供を受けるかを判断し、IoTプラットフォームを実装する。
3. **データサイエンティスト**
 - IoTデータを活用し、分析手法を駆使し、成果に繋がるビジネスモデルや業務改善のための示唆を提言する
 - 収集されたIoTデータを分析しやすい形に加工し、様々な統計分析手法、AI手法、モデリングやシミュレーションを業務に適用する
 - デバイスやネットワークの制約を考慮したうえで、適切な技術を組み合わせることで、実現したい要件にあったデータ格納構成の検討・提案を行う

役割の定義

4. **セキュリティエンジニア**
 - システム全体を通じて一貫したセキュリティ対策を、セーフティの担保及びプライバシー保護の観点も踏まえ、サービスの重要度や影響度を考慮した上で、適切に設計、実装する
 - サービスの開始から終了まで、及びデバイスの出荷から廃棄、再利用までの観点を踏まえたセキュリティ対策を設計、実装する
 - サービスの運用、監視に関する業務設計を行い、セキュリティインシデント発生時には適切な対応を行う
5. **プロジェクトマネジャー**
 - プロジェクトマネジメント関連技術、開発プロジェクトの提案、立上げ、計画、実行、監視コントロール、終結を実施し、計画された納入物・サービスをその要求品質・コスト・納期(QCD)通りに納入する。
 - クラウド、ネットワーク、現場で稼働する設備機器や通信デバイスまで多岐に渡るシステム設計、開発、構築のみならず、デバイス調達を管理・統制する
6. **ネットワークスペシャリスト**
 - デバイス数や設置場所、またデバイス間の直接通信といった、IoTならではの要件または実績からトラフィックパターンを導き出し、最適な通信方式や設備を設計し、実装し、運用開始後はモニタリングにて改善する
 - 顧客のビジネスやアーキテクチャ設計を基にセキュリティエンジニアが分析したセキュリティ・リスクの中から、ネットワークによる対策が最適であるものを見極め、実現する
7. **アプリケーションエンジニア**
 - サービスの継続的提供や改善を目的とした開発プロセスを実現するための開発基盤を構築し、業務用途、業界に応じたアプリケーションの設計、開発、導入を行う
 - アプリケーションの範囲として、センサデバイスからの情報収集、データの集積と分析、可視化、他のシステムとの連携、センサデバイスへのフィードバックと、多くの分野を総合的にまとめ上げ顧客に提供する

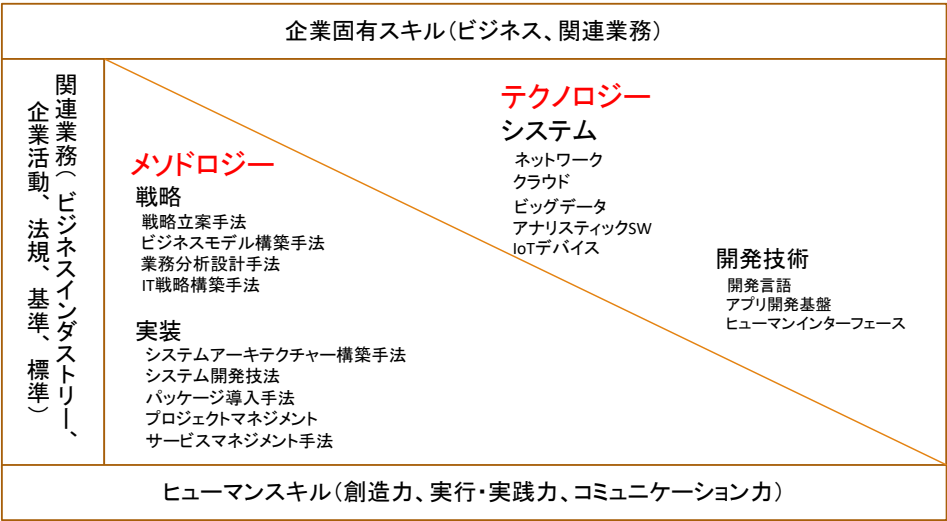
役割の定義

8. エッジ／組み込みエンジニア
 - 業務用途ごとに、あるいは業界に求められるサービスの特性に応じて、開発期間、開発コスト、製造コスト、運用コスト、機能、信頼性、継続性のトレードオフを踏まえたデバイス設計を行う
 - サービスの継続的改善を目的とした開発プロセスを実現するための開発基盤を構築し、それを利用した開発を行う
 - デバイスだけでなく、ネットワーク、クラウドの動向を把握し、それを踏まえた上で適切な技術を選択、実装する
9. サービス運用マネージャー
 - 顧客満足度やサービスレベルの維持、向上を図るためにシステム稼働情報の収集や顧客からのフィードバックを基に分析を実施し安定的な運用管理を行うとともに、コストを理解し自動化の促進や改善提案を行う
 - クラウドからデバイスまでのライフサイクルを見据えたサービス提供計画の立案、運用に責任をもち、実装や実現方法の提言を行う
10. プロダクトマネージャー
 - ソリューション企画を統括し、ソリューション企画毎の設計、開発、導入、保守までを一貫して管理し、企画通りの効果を上げているかを評価する。

IoTソリューション実現に関するタスクと役割の関連

大分類	中分類	小分類	ビジネスストラテジスト	ITアーキテクト	データサイエンティスト	セキュリティエンジニア	プロジェクトマネージャ	ネットワークオペレーションエンジニア	エッジ／組み込みエンジニア	サービス運用マネージャ	プロダクトマネージャ	アナリティックサイエンティスト
戦略策定	ビジネス戦略		○									
	IT戦略		○	○								
IoTソリューション企画			○	○								
プロダクトマネジメント											○	
個別IoTソリューション開発	要件定義			○	○	○		○	○			
	IoTクラウド側ソリューション開発							○				
	IoTデバイス開発								○			
	IoTプラットフォーム開発	コネクティビティクラウド					○					
		ビッグデータ			○							
		アナリティックソフトウェア										○
	セキュリティ				○							
	システムテスト・移行							○	○			
	プロジェクトマネジメント					○						
保守運用										○		
戦略評価			○								○	

IoTソリューションに関するスキル構成図



IoTソリューションにおける役割とスキルの関連

	戦略立案手法	ビジネスモデル策定手法	業務分析設計手法	IT戦略構築手法	システムアーキテクチャ構築	システム開発技法	パッケージ導入手法	プロジェクトマネジメント	サービスマネジメント	ネットワーク	クラウド	ビッグデータ	アナリティックSW	セキュリティ	IoTデバイス	アプリ開発技術	ヒューマンスキル	関連業務	企業固有スキル
ビジネスストラテジスト	○	○	○														○	○	○
ITアーキテクト				○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	
データサイエンティスト												○					○	○	○
セキュリティエンジニア														○			○		
プロジェクトマネージャ							○										○		
ネットワークスペシャリスト										○							○		
アプリケーションエンジニア						○	○									○	○		
エッジ/組込みエンジニア						○	○								○	○	○		
サービス運用マネージャ								○									○		
プロダクトマネージャー		○	○	○													○	○	
アナリティックサイエンティスト													○				○	○	○

当プロジェクトのカバー範囲

当プロジェクトではまず「IoTの意義」を定義した。次にその意義を達成してきたIoTソリューションの先進事例を多数紹介した。また、IoTソリューションのプラットフォームを構成する技術について言及し、IoTソリューションの戦略的な意味やその課題についても示した。最後に、IoTソリューションを構築するタスク、役割、スキルを定義した。その中で当プロジェクトでカバーする範囲を以下とする(図参照)。

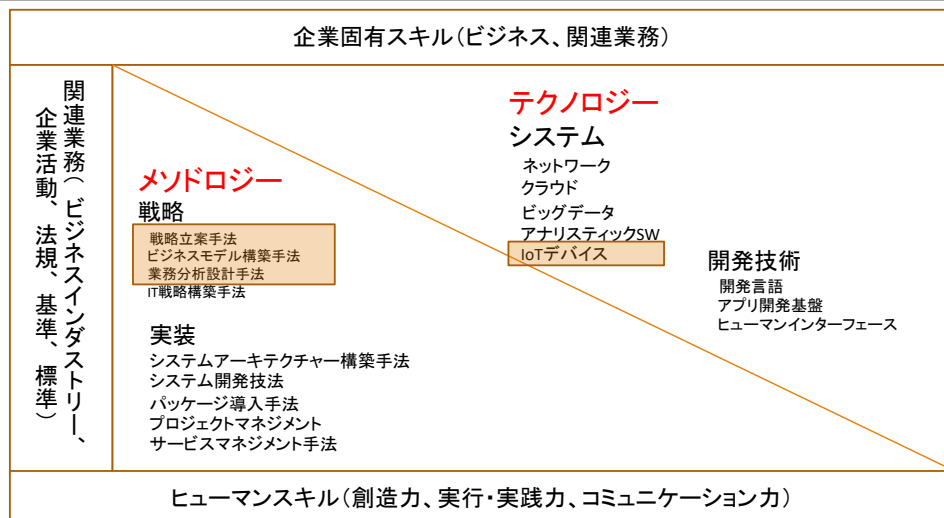
まずはメソドロジー面として、IoTの意義や戦略的意味を持つIoTソリューションを企画提案できることをカバー範囲とする。ソリューションを導きだすための戦略立案や新ビジネスモデルの企画立案する能力を育成するため、古典的な戦略立案手法(SWOT分析、PPM、ブルーオーシャン分析など)からリーンスタートアップやデザイン思考、ビジネスモデルキャンバスなど最近の戦略立案手法を演習中心にカバーする。

テクノロジー面ではIoTデバイス回りの技術の取得をカバー範囲とする。

その他の以下についてはIoTソリューション開発での特殊性は少ないので、当プロジェクトではカバーしない。

- アプリケーション開発
- プロジェクトマネジメント
- 保守運用
- IoTプラットフォーム(IoTデバイスを除く)
- ヒューマンスキル
- 関連業務
- 企業固有スキル

IoTソリューションに関するスキル構成図



11. まとめ

まとめ

IoTは新たな製品、サービス、或いは新たなビジネスモデルを創出、企業の変革を推進し、競争優位を実現する戦略的な道具である。IoTは単なる業務改善やコスト削減を目指す道具ではない。目指すところは事業の変革であり、競争優位を獲得することにある。IoTは企業の変革を実現する様々なデジタル技術のひとつに過ぎない。大事なのはデジタルを活用した変革を計画し、実行することである(DX)。IoTを推進する人材にはIoTの技術的な能力だけでなく、戦略的なスキルやビジネスモデル構築のスキルなどDX推進に必要となるスキルの獲得が必要となる。

令和2年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
(Society5.0 等対応カリキュラムの開発・実証)

富山県をモデルとした「モノづくり」現場に
IoT を導入する中核的人材育成

IoT 概論 テキスト教材

令和3年2月発行

学校法人 浦山学園 富山情報ビジネス専門学校
〒939-0341 富山県射水市三ヶ613
TEL:0766-55-1420 FAX:0766-55-0757

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。