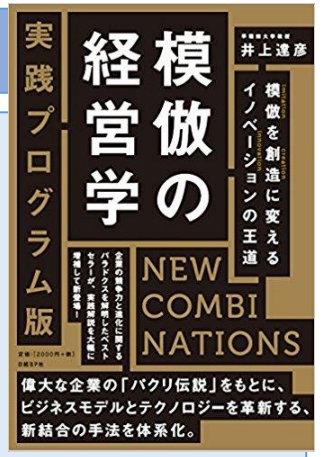
Society5.0
インターネットを前提にしたデジタル・イノベーション

東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
WIDEプロジェクト 代表
Board of Trustee, Internet Society
江崎 浩(Hiroshi Esaki)

イノベーションは 模倣・真似から生まれる

By 早稲田大学 商学学術院 井上達彦 教授



水平な模倣 と **垂直**な模倣 が 存在する。

水平 ： Improvement

垂直：Innovation

(*) **舞い上がり(抽象化)、違う場所に 舞い降りる(適用)**

上昇の高度が高いほど抽象度が高く 当たり前のことになる。

上昇の高度が低いほど、真似をできるプレーヤが多くなる(Red Ocean)。

インターネット・バイ・デザイン(Internet-by-Design)

インターネットの 構造(Structure), 実装(Implementation), 運用(Operation)の設計思想を 他の分野に 適用する。

インターネット 遺伝子のしわざ

『ユーザ主導』(Supply/Push ➔ **“Demand/Pull”**)の原理により破壊的社会・産業構造の変革

1. アンバンドリングと相互接続によるサイロ構造の破壊
   (=**“De-Siloing” & Value-Creation Network**)
   と **”sharing-economy”** & **“multiple-payoff”**の実現
2. Open technologies (**実は独自技術を投入可能**)
3. **データの所有権は エンドユーザ**
   ➔ (end-to-end, transparency, neutrality)
   opportunity for new business challenges
4. Digital{**Software/codes**} **Defined**
   = Native Digital, Digital {Cyber} First
5. **グローバルビジネス**が前提 (デジタル化が加速)

【インターネット遺伝子】

1. デジタル化・仮想化

人類が発明した情報化 & デジタル化

1. **言語の発明　：情報は消えてしまうもの**
2. **文字の発明　：情報は保存可能**
3. **お金の発明　：　モノに非依存な仲介者**
4. 紙の発明　　：情報は持ち歩き可能　**not digital**
5. 印刷の発明　：情報をコピー(複製)可能　**not digital**
6. デジタルコピーの発明　：コピーしても劣化なし
7. **デジタル伝送の発明　：媒体からの解放**
8. **プログラム(code)の発明：“Software Defined”**

“物流” 2つの大革命

19世紀以前 = 排他的個別網

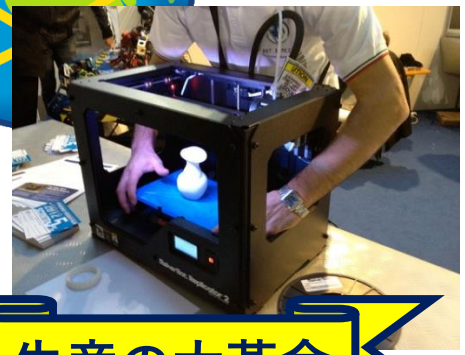
コンテナ
パレット
(1956年)

20世紀後半
(1) 物理的Sharing Economy

20世紀終盤
(2) Cyber空間での
Sharing Economy

ディジタル小包
(=IP Packet)

2020s
=Cyber-First Sharing Economy



生産の大革命

Where we are going ?

Digitally Connected World

“Cyber-First” & “Society 5.0”

- Past： **Physical First**
  - Digital Technology was supporter（支援＝効率化）
- Now： **Digital Copy in Cyber**
  - CPS： Cyber Physical System
  - Physical Space の Emulation/Simulation

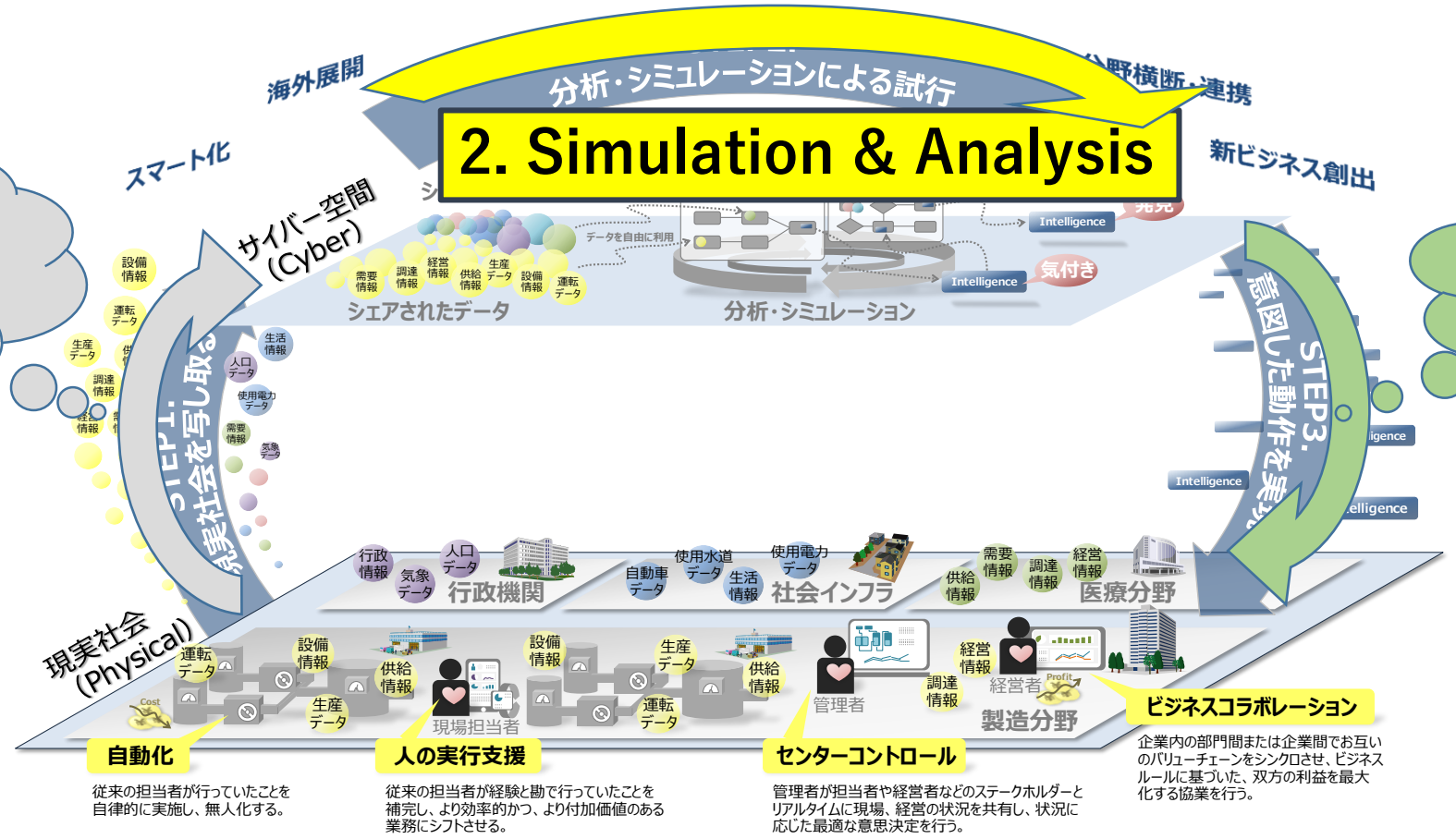
Before Cyber-First aka., “Physical-First”

経産省
産業サイバーセキュリティ研究会資料

1. Digital Copy!

2. Simulation & Analysis

3.Print out



Why could “浦霞” get national market ?

Cyber “Twin”

Digitization of brewery;

Agricultural product

⇩ productivity improvement

Industrial product

1.人材(杜氏)
2.品質管理
3.生産性向上

Why could “浦霞” get national market ?

Digitization of brewery;

Agricultural product

⇩ productivity improvement

Industrial product

3.11 (2011)

BCP(危機管理セキュリティー);

Restoration of brewery can be faster and easier, because of digitized factory, even at different location

(*) サイバー空間に物理空間の複製(設計図/プログラム)があるので、物理空間にプリントアウト(Output)すれば良い。

- Past： **Physical First**
  - Digital Technology was supporter（支援＝効率化）
- Now： **Digital Copy in Cyber**
  - CPS： Cyber Physical System
  - Physical Space の Emulation/Simulation

- Future： ***Cyber First***
  - Programing(設計) in Cyber Space
  - Print-out（印刷/実装）to Physical Space

Why could “浦霞” get national market ?

Cyber
“First”

Digitization of brewery;

Agricultural product

⇩ productivity improvement

Industrial product

3.11 (2011)

Re… can be faster and easier,
becau… of digitized factory, even at different location

獺祭

Innovation by Cyberspace technologies;
Chemical & Bio Science by computers

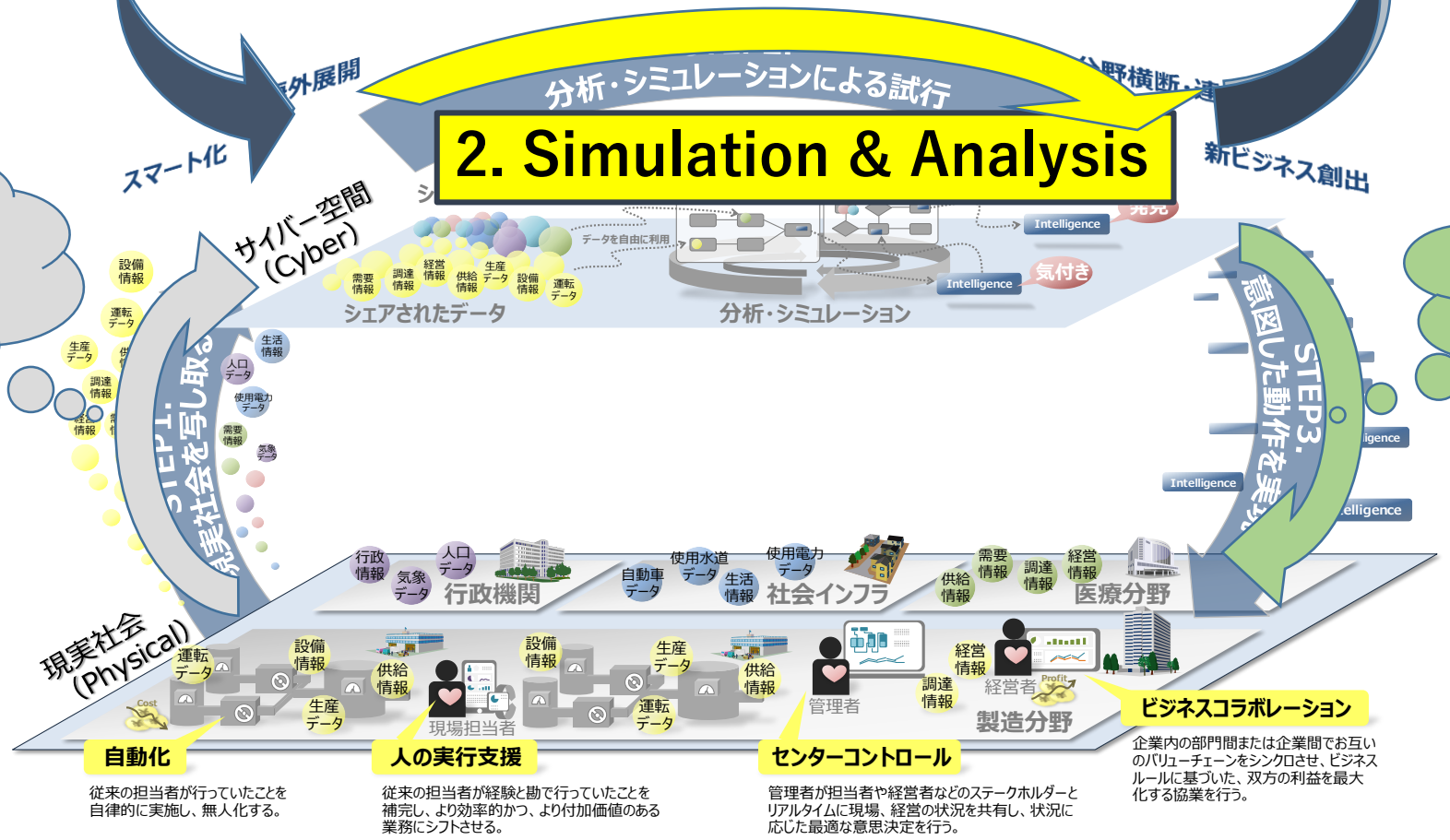
“Cyber-First”

1. Digital-Native Design in Cloud DC

2. Simulation & Analysis

3.Print out

4. Digital Copy!



自動化

従来の担当者が行っていたことを自律的に実施し、無人化する。

人の実行支援

従来の担当者が経験と勘で行っていたことを補完し、より効率的かつ、より付加価値のある業務にシフトさせる。

センターコントロール

管理者が担当者や経営者などのステークホルダーとリアルタイムに現場、経営の状況を共有し、状況に応じた最適な意思決定を行う。

ビジネスコラボレーション

企業内の部門間または企業間でお互いのバリューチェーンをシンクロさせ、ビジネスルールに基づいた、双方の利益を最大化する協業を行う。

1. サイバー空間が 実空間を 設計する

➔ “Cyber First”への 主役交代

i. 『染み出す』：サイバー空間 ⇔ 実空間

ii. サイバー空間が実空間を複製（Cyber-Twin）

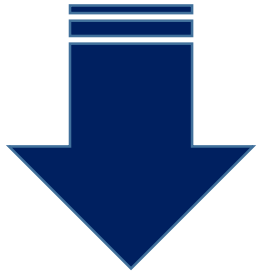
（＊）現在の IoT（Internet of Things）

2. 人間の知識と『交じり・混じり合う』

➔ サイバー空間が「人・脳」を超える

つまり、

・資本(モノ と カネ) 集約型 社会



・知識(ヒト と データ) 集約型 社会

3rd Wave of Transformations

【Industrial Transformation】

1st wave： 家畜・農耕

2nd wave： 物流、工場

共有(By Renaissance)

もの

こと

3rd wave： 情報

“Digital Native *Code*”

(プログラム、ルール)

【Digital Transformation】

1st wave

アナログ値の量子化

2nd wave:

アナログのオブジェクト化

参考:

「銃・病原菌・鉄」, J.Diamond

「第3の波」, Albin Toffler

2種類のディジタル化が存在する

1. アナログ・ネイティブ(Analogue Nati　　化
   - 「ビットマップ」の情報
   - 例; 音楽CD, DVD/BluRay, MP3 file,
   ➔ these are “expensive” contents, called as “non” contents

なんちゃって ディジタル
The 1st Wave

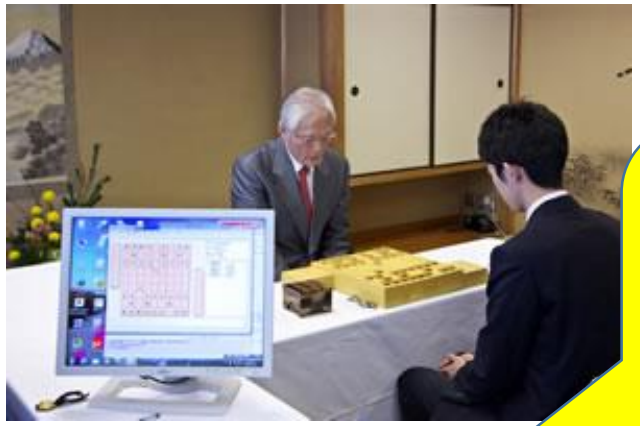
2. **ディジタル・ネイティブ(Digital Native)**な情報
   - 「オブジェクト指向」の情報
   - 例; 電子メール, MIDI, VRML, Game
   ➔ “cheap” contents !!!
   ➔ 容易に**自力で操作可能**な方

ちゃんとした ディジタル
The 2nd Wave

Artificial Intelligence & Big Data

人工知能 には 2つの種類がある

- **「大人」** の 人工知能
  - 言語・意味解析
  - アルゴリズム発見・発明



計算能力がパラダイムを変えた !!!

- **「こども」** の 人工知能
  - 深層学習
  - 認識

コンピュータが 、勝手にアルゴリズムを考えた !!
でも、どんなアルゴリズムかは、不明。

{計算能力}＊{データ量}が勝負を決定 !!!

AI： 新しい&興味深い 現象

- ✓ **専門家(＝“匠”＝「おとな」≒人)**は、**過去の経験の蓄積**に基づいた“知恵”と“知見”に、{ある意味}**拘束**されています。
- ✓ コンピュータは、**「こども」**なので、とっぴな、「おとな」が思いつかない(**制約のない**)アイデアを思いつきます。
- ✓ さらに、最近のコンピュータは、この「おとな」が『思いつかないようなアイデア』を、**サイバー空間でシミュレーションして、「評価」**できるようになりました。
- ✓ うまくいきそうな{but「おとな」にはうまくいきそうになく見えた}アイデアを、**実展開できるようになってきています**。

【インターネット遺伝子】

2. 相互接続性
   (交叉と淘汰)
3. 透明性 {anti-排他性}
   (マルチプル・ペイオフと多様性)

ビッグデータ解析・人工知能
実現の”大”障壁・障害

アンバンドル化
＝オンライン化

Cyber-Security as mandatory

垂直統合型モデル
（閉域システム）

（連携・協調プラットフォーム）

(3)「Society 5.0」（超スマート社会）における基盤技術の強化　at P.15

- **サイバーセキュリティ技術：**

　ＩｏＴシステムでは、システムの設計から廃棄までのライフサイクルが長いことも想定されることから、**脆弱性対処や暗号強度が重要**となる。

- **エッジコンピューティング：**

　リアルタイム処理の高速化に向け、分散処理技術構築の推進や、ゲートウェイ等の終端装置のセキュリティ確保及び**確保されないことにも配慮したアーキテクチャが重要**となる。

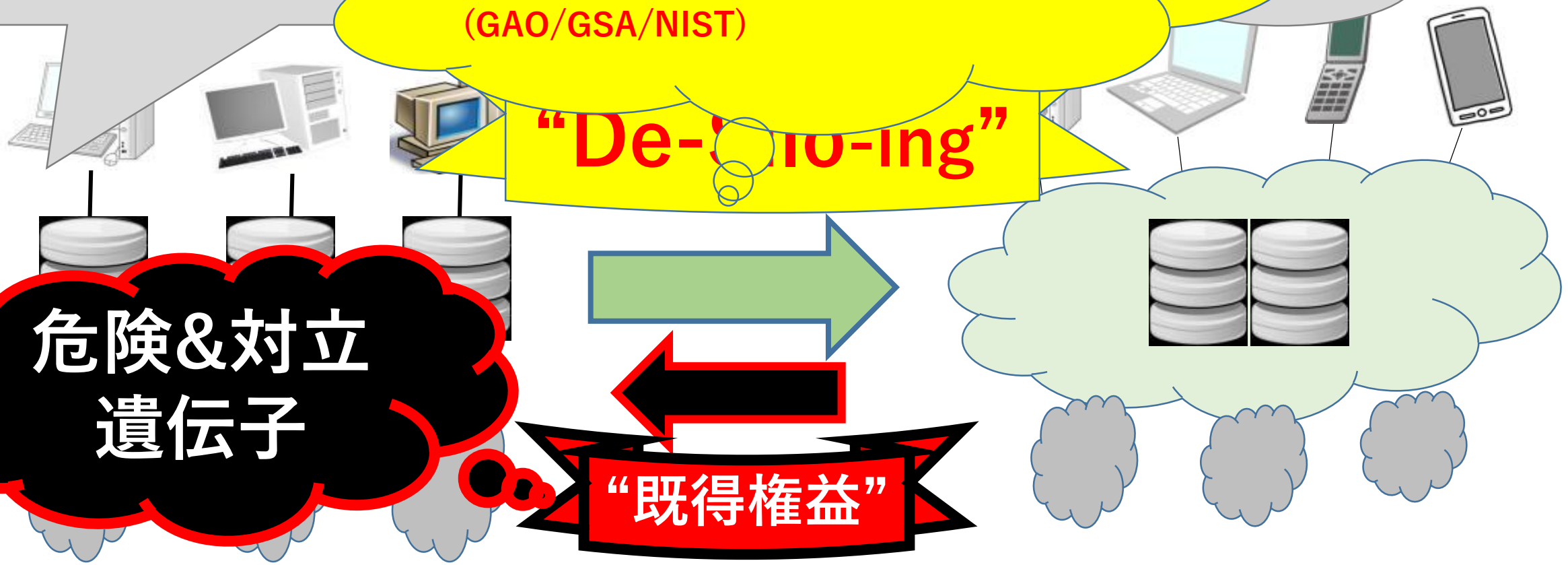
ビッグデータ解析
実現の”大”障

ドル化
イン化

鍵 ＝ 『調達』

参考: 米国連邦政府
(GAO/GSA/NIST)

“De-Silo-ing”



垂直統合型モデル
(閉域システム)

水平統合型モデル
(連携・協調プラットフォーム)

皆さん との 合言葉

□ふざけるな、『随意契約』への誘導 !!!
- ✓入り口は安いは、高い維持コスト
- ✓サイバーセキュリティー対策 なし
- ✓高機能化 不可能・拒否 or {大きな} 追加経費要求
- ✓データ アクセス 不可能

→ 人工知能・ビッグデータ解析 への 大障害

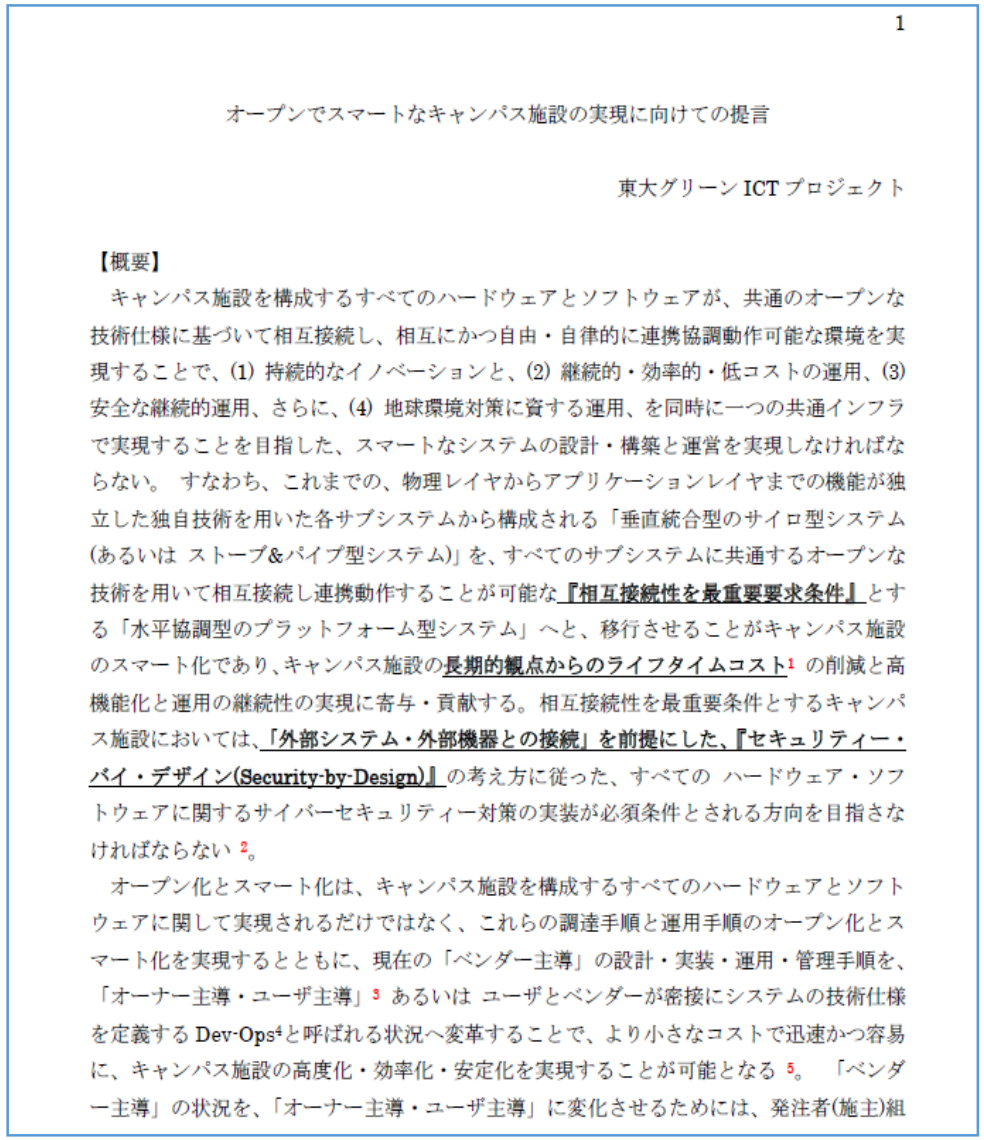
□ちゃんと 頑張ってくれ ITゼネコン ！
- ✓拒否力に溢れる Tier 1 ITサブコン。。。。(怒)

【経営的視点】
オープン化 と ライフタイムコスト

- **Dev-Ops 環境の確立**
  - **✓ベンダー主導 から ユーザ主導へ**
  - **✓ユーザとベンダーの適切な緊張と協調・連携**
- **ライフタイムコストの評価と削減**
  1. **初期導入費用**
  2. **新機能追加・改修・アップグレード費用**
  3. **撤退費用**

『オープン調達への提言』

1. 相互接続性
2. 外部との接続を前提
   ➔ “Security-by-Design”
3. 調達のオープン化
4. ライフタイムコスト
5. オーナー主導へ



1

オープンでスマートなキャンパス施設の実現に向けての提言

東大グリーン ICT プロジェクト

【概要】

キャンパス施設を構成するすべてのハードウェアとソフトウェアが、共通のオープンな技術仕様に基づいて相互接続し、相互にかつ自由・自律的に連携協調動作可能な環境を実現することで、(1) 持続的なイノベーションと、(2) 継続的・効率的・低コストの運用、(3) 安全な継続的運用、さらに、(4) 地球環境対策に資する運用、を同時に一つの共通インフラで実現することを目指した、スマートなシステムの設計・構築と運営を実現しなければならない。 すなわち、これまでの、物理レイヤからアプリケーションレイヤまでの機能が独立した独自技術を用いた各サブシステムから構成される「垂直統合型のサイロ型システム(あるいは ストーブ&パイプ型システム)」を、すべてのサブシステムに共通するオープンな技術を用いて相互接続し連携動作することが可能な『相互接続性を最重要要求条件』とする「水平協調型のプラットフォーム型システム」へと、移行させることがキャンパス施設のスマート化であり、キャンパス施設の長期的観点からのライフタイムコスト[1] の削減と高機能化と運用の継続性の実現に寄与・貢献する。相互接続性を最重要条件とするキャンパス施設においては、「外部システム・外部機器との接続」を前提にした、『セキュリティー・バイ・デザイン(Security-by-Design)』の考え方に従った、すべての ハードウェア・ソフトウェアに関するサイバーセキュリティー対策の実装が必須条件とされる方向を目指さなければならない [2]。

オープン化とスマート化は、キャンパス施設を構成するすべてのハードウェアとソフトウェアに関して実現されるだけではなく、これらの調達手順と運用手順のオープン化とスマート化を実現するとともに、現在の「ベンダー主導」の設計・実装・運用・管理手順を、「オーナー主導・ユーザ主導」[3] あるいは ユーザとベンダーが密接にシステムの技術仕様を定義する Dev-Ops[4]と呼ばれる状況へ変革することで、より小さなコストで迅速かつ容易に、キャンパス施設の高度化・効率化・安定化を実現することが可能となる [5]。 「ベンダー主導」の状況を、「オーナー主導・ユーザ主導」に変化させるためには、発注者(施主)組

http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/papers/2016/OpenFacilityi_Dec_27_2016.pdf

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

1. **オープン技術を用いることでも、ご希望の要求は満足することができますが、弊社の技術・製品によって、同様のことが、より安いコストで実現可能です。**

(*) **ライフタイムコストでは、逆に、大きなコスト負担となる場合が、少なくない。**

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

2. ご希望の機能を提供することは、「不可能」です

（＊）実は可能でも、不可能と主張される場合が、少なくない。

3.ご希望の要求を満足するための修正は、不可能ではありませんが、

① このくらいの {大きな額の} 、{システムの動作検証を含む} 開発費用が発生しますので、この費用のご負担をお願いしなくてはなりません。

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

② **修正に伴い、システムの維持管理に必要な 保守費用が、このくらい {大きな額} 増加することになります**

③ **納品したシステムとは、その構成が異なったものになってしまいますので、関連する部分に関する「契約時の動作保証」は“不可能”となります。**

④ **セキュリティー面での問題が発生してしまいます。 ご希望の修正を行った場合には、セキュア (安全な) 稼働を保証することは不可能です。**

(＊) そもそも、セキュリティ対策は考慮されていない場合が多い

PUSH型 から PULL型 へ

- **End-to-End 構造(i.e., stupid network)**

  今は、軽い{こちら側の}End と 賢い&重い{あちら側の}End

  ➔ **Edge-Heavyへ**（i.e., P2PとCS の Positive Spiral）

  ➔ IoTデバイス は、Data-PUSH から **Data-PULL from the netで、 自力で大量のデータ処理を行う。**

- **ユーザー主導(vs ベンダー・プロバイダ主導)**

  - Industry 4.0 の {隠された/伝えられていない} 方向性

    From “Supply-Chain” (Push) to “Demand-Chain” (Pull)

    さらに、**”Value-Creation Network” (bi-directional) へ**

【インターネ

データの著作権
↓
End-Userの権利 !!!

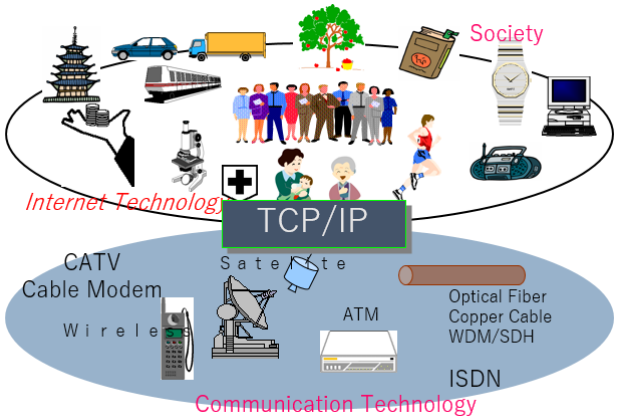
4. End-to-End
(賢いユーザ & シンプルなインフラ)
(ユーザ主導型のサービス機会)

Public-Data

- 公共組織のデータは、個人情報や国家安全保障に関する情報以外は、すべての 国民が**アクセス可能・利用可能**にする。

Private-Dataの所有権

- 機器・サービスの提供者の利用権 だけではなく、**利用者が生成するデータの著作権と利用権の確保**
- 『Winner-Takes-All』(e.g., GAFA/BAT)を回避するための **機会(Opportunity)の確保**



とっても 気持ち悪い。。。
1. サイロ構造 ？
2. 政府主導の基盤？

インターネットの役割２００５

電話産業	経済産業	教育	運輸	農林水産	.....	放送産業

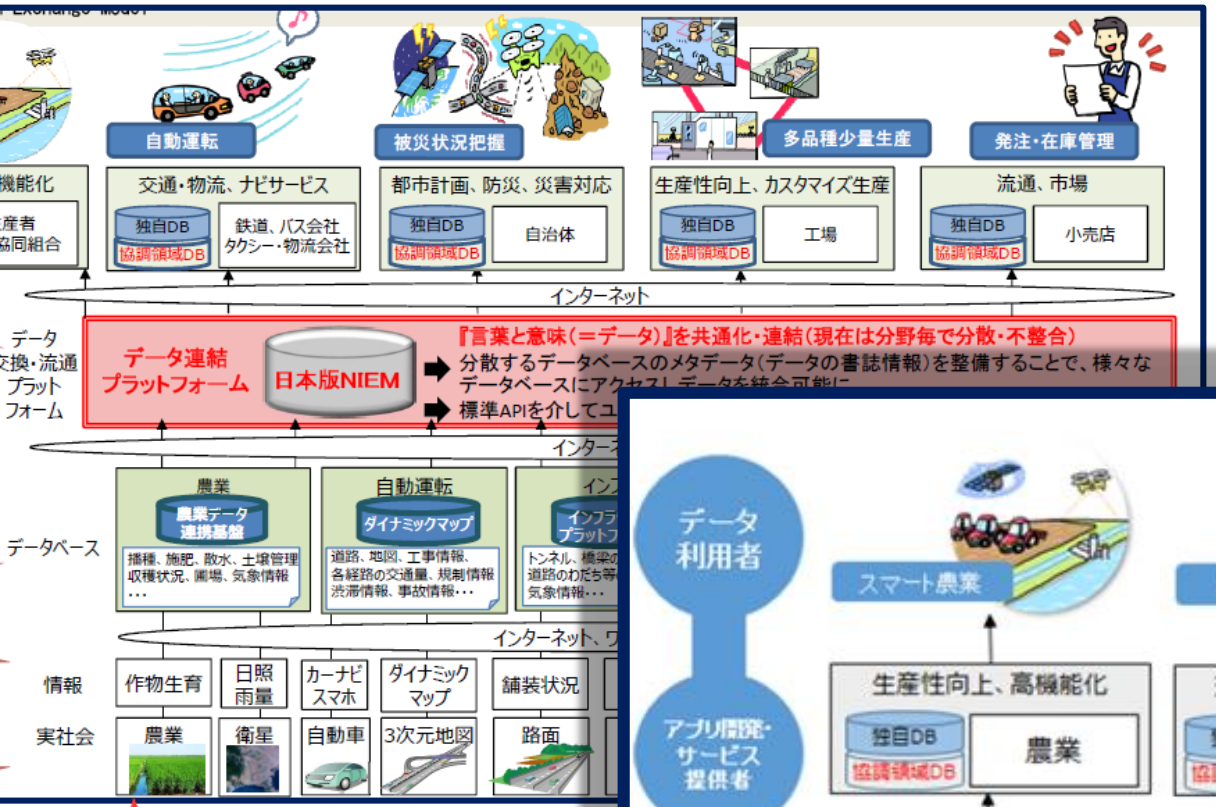
インターネット

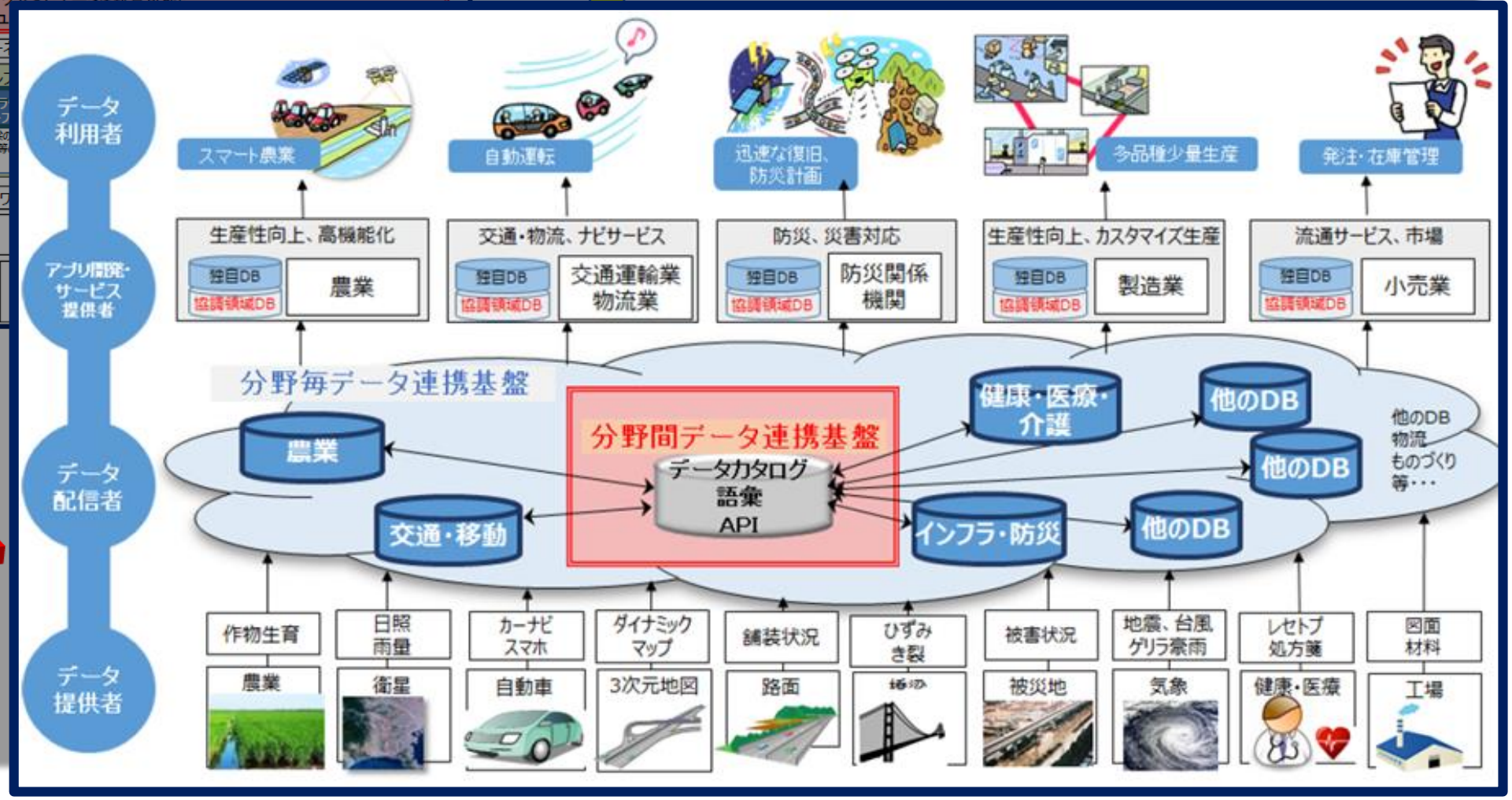
（融合された）インターネット用インフラストラクチャ

全産業をインターネット上に

Society 5.0 データ連携基盤の概念図
(2017年末の図)

Society 5.0
= De-Silo-ing and digitally connected





分野間データ連携基盤の整備に向けた方針(2018年4月)
http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/datarenkei/3kai/3kai.html

- P.4

  なお、当該基盤の構築のプロセスにおいては、**統一的な技術仕様の策定や実装を待つことなく、迅速に（agileに）**分野間のデータ連携が行われることを目指すべきであり、その実現に向けて、共通語彙、ＡＰＩ、メタデータの仕様等を広く公開し、**利用・導入される技術仕様の透明性を確保することで、相互接続性・連携稼働性を向上し、データ連携の促進を図る。**すなわち、分野間の相互接続性の実現を優先し、分野毎のデータ連携基盤の構築にあたって培われた**開発・実運用の経験を共有し**さらに当該システムにその知見を取り込みながら、継続的なＰＤＣＡサイクルによる段階的整備を迅速に（agileに）実現させることが必要である。

- P.15-16

  iii）相互運用性の確保

  - 既に様々なデータ、システムが稼働しているところであり、データフォーマット、語彙、メタデータ、ＡＰＩ等を全面的に標準化ありきで進めるのではなく、**相互運用性を優先し、変換機能の実装など、技術的な解決手段によって、合理的に実現するべきである。**
  - 民間等の独自のデータ提供サービス構築等を阻害することなく、**できるところから連携を進めていくことが重要である。**また、ＩＣＴ技術の進展に合わせて将来的な変更・アップグレードを前提とした考えのもとで、柔軟なシステム構築を目指すべきである。

1. 標準化を待つな!!
2. 相互接続させることが最優先事項
3. 翻訳は可能になった
4. 翻訳を可能にするための情報開示
5. Agile でないと 戦いに負ける
6. 経験の共有(Coopetition & coperation)

を進めていくことが重要である。 また、ＩＣＴ技術の進展に合わせて将来的な変更・アップグレードを前提とした考えのもとで、柔軟なシステム構築を目指すべきである。

分野間データ連携基盤の整備に向けた方針(2018年4月)
http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/datarenkei/3kai/3kai.html

- P.15-16

ii）**民間データセンターの活用**

- データセンターについては、その維持管理やサイバーセキュリティ対策に必要な人的リソースの継続的な確保が懸念される。また、最先端のＩＣＴ技術の導入の観点からも、分野毎のデータ連携基盤、**分野間データ連携基盤は競争原理が働く民間企業が運営する最新のデータセンターを活用することが望ましい。**

iv）**サイバーセキュリティの確保**

- IoTで全てのヒトとモノがつながるSociety 5.0 では、サイバー攻撃の起点が増大するとともに、**複雑につながるサプライチェーン**を通じてサイバーリスクの範囲が拡大する。また、サイバー攻撃による影響がフィジカル空間にまで達するリスクがある。データ流通市場の活性化が進み、大量のデータが**グローバルサプライチェーンにおいて連携**し、データの利用・再販が進むことを想定すると、**ハイレベルなサイバーセキュリティ対策を備えた分野間データ連携基盤**を構築することが重要である。

“Cloud-by-Default” for multiple pay off

(June 2018 by Japanese gov.)

1. サイロ構造の各省庁のシステムを共有のインフラとして相互接続させ、省庁の壁を越えたデータの自由な利用を実現する・
2. 基盤のサイバーセキュリティ対策は、専門家に任せる。
3. 自然災害に対するBCPを拡充する。
4. CAPEXとOPEX, 人件費を含む, を削減する
5. 地球温暖化への貢献として、省エネを実現する。

インターネット 遺伝子のしわざ

『ユーザ主導』(Supply/Push ➔ **“Demand/Pull”**)の原理により破壊的社会・産業構造の変革

1. アンバンドリングと相互接続によるサイロ構造の破壊
   (=**“De-Siloing” & Value-Creation Network**)
   と **”sharing-economy”** & **“multiple-payoff”**の実現
2. Open technologies (**実は独自技術を投入可能**)
3. **データの所有権は エンドユーザ**
   ➔ (end-to-end, transparency, neutrality)
   opportunity for new business challenges
4. Digital{**Software/codes**} **Defined**
   = Native Digital, Digital {Cyber} First
5. **グローバルビジネス**が前提 (デジタル化が加速)

デジタルエコノミーにおける「インターネットネットの遺伝子」の覚醒

経済教室

「情報の時代」の未来 ⑪

ネットの遺伝子「現実」覆う

江崎 浩 東京大学教授

インターネットは英語で、定冠詞のTheと大文字の「I」を用いて、The Internetと表記する。世界でただ1つのデジタルネットワークだからであり、国境を越え、地球上のすべてのヒトとモノがデジタル情報を自由に送受信し、利用・加工する環境を実現する。

そしてインターネットは、物理的なモノの存在を前提にした社会経済活動をデジタルで置き換え、新しいルールに基づく「サイバー・ファースト」な社会経済へと進化させつつある。サイバー空間に閉じ籠もっていたインターネットは、すべての物理空間を飲み込みながら、あらゆるモノとつながるIoTやビッグデータという新しいエコシステム（生態系）を形成しつつある。インターネットの新たな覚醒である。

すべての生命体は遺伝子という設計図を持っており、この設計図に従って個体が形成される。英生物学者リチャード・ドーキンス氏はこの個体のことを遺伝子を運ぶための「生存機械」と位置付けた。

遺伝子は交差を繰り返すことで多様性を拡張・確保しつつ、一方で淘汰によって収れんされながら、設計図を継承・進化させている。

インターネットの遺伝子

ビジネス・社会制度を転換

は、理論や権威よりも「実際に動くもの」を尊重し、「あえて最適化しない」「多様性を尊重する」という技術とシステムを標準化し、持続的な進化を実現した。また、独自技術で閉じたエコシステムを形成するサイロ（格納庫）型の経済社会構造を、インターネットの遺伝子共通の技術を用いてサイロを相互接続させ、1つのシステムにした。

その結果、各個人・組織の自律的な投資はインターネットの成長に貢献し、インターネットの成長が各個人・組織へのサービスの向上につながるというポジティブなスパイラル構造を持ったソーシャル・エコシステムを形成することに成功した。

えさき・ひろし 63年生まれ。九州大院修了。東芝などを経て現職。専門はインターネット

この相互接続性という遺伝子はその生存機械を、コンピューターの相互接続網の実現から、政府の「ソサエティー5.0」でも示されている「すべての社会・産業システムの相互接続統合網の実現」へと移しつつある。

組織の壁を越えた情報の流通は、企業のビジネス構造にも大変革をもたらしている。組織の全ての構成員が、外界の個人や組織と双方向で対話するサービスの企画・生産・提供が可能となる。これによってベンダー（売り手）主導のプッシュ型サプライチェーンは、ユーザー主導のプル型デマンドチェーンに進化しつつある。潜在的消費者の要求がリアルタイムで提供・共有され、適切な機能を持った適切な量の製品・サービスが需要者に提供され、付加価値の高いものを適量生産する「バリュー・クリエーション・ネットワーク」の実現であり、破壊的イノベーション（革新）を繰り返し、今後ますます成長・進化する。

相互接続性の遺伝子にとって最大の対立遺伝子は「サイロ化」「ブロック化」である。国家による保護主義的な政策との摩擦を発生させる場合が少なくなく、共存のための対話が重要となる。すなわち国を含むすべての組織間（マルチ・ステークホルダー）での自由な情報流通の実現と、サイバーセキュリティーの充実が、インターネットの遺伝子が生き残るために重要で必要な要件となる。

さらに、相互接続性の形成は、一つのインフラへの投資が複数の目的によって償却される「マルチプル・ペイオフ」を実現する。資源の共有と共用は、品質向上と経費削減、冗長化による分サービスの継続性の向上、無駄の削減による環境改善・省エネルギーへの貢献、さらにデータ利用をそこにした新事業創造の可能性を提供する。

例えば、データセンターを拠点とするクラウドコンピューティングシステムの環境は、連携する組織のデータが安全な場所に共存し、効率的で創造的なデータ連携を可能にすると共に、災害時の堅牢（けんろう）性の向上、サイバーセキュリティー機能の向上、人件費と設備費の削減、さらに大きな電力消費量の削減を同時に実現する。

11年の東日本大震災では、日本のデジタル経済を支えるコンピューターシステムは地震発生時にも運用が続き、世界のデジタル経済システムとのつながりを維持し、人々がSNS（交流サイト）などで個別にコミュニケーションをとれた。インターネット、データセンター、そして日本のデジタル経済システムの高い

ポイント

- 閉じたサイロ型社会をネットが相互接続
- 異業種連携や開放型の研究開発が本格化
- 物理的な社会システムをソフトで構築も

- Physical First から **Cyber First** への パラダイムシフト(相転移)
- ネットの遺伝子は、共通の技術で閉じたサイロ型社会を**相互接続（インターコネクション）**させることで、ひとつの**(シェアリングエコノミー)**システムにした。
- その結果、ポジティブなスパイラル構造を持った**ソーシャル・エコシステム**を形成した。
- この**相互接続性という遺伝子**は、コンピューターの相互接続網から、**「すべての社会・産業システムの相互接続統合網の実現」（ソサエティー5.0）**への移しつつある。
- 相互接続性の形成により、ひとつのインフラへの投資が**「マルチプル・ペイオフ」**を実現し、圧倒的なスケールメリットを実現する。