

脱炭素・カーボンニュートラルに向けた デジタルインフラ整備

Green(Energy) x Digital(Internet/DC)

東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
日本データセンター協会(JDCC) 副理事長・運営委員長
東大グリーンICTプロジェクト 代表
デジタル庁 Chief Architect
江崎 浩 (Hiroshi ESAKI)

Carbon Neutral への 2つの方向性

1. RE-100

- Renewal Energy 100%
- 再生可能 発電源 との連携

By Digital Twin
with Data Center

2. EP-100 → EP-x00 へ !!!

- Energy Productivity 100%
- 『生産性向上』という 日本のお家芸です。
- こちらは、200%でも 1,000%でも !!!

～ 新しい 三方良し ～

- ① 脱炭素
- ② 価値創造(DX)
- ③ 災害対策(BCP)
- ④ {時間と資源の}無駄削減(dx)

【利益率】



新機能
Innovation

衆知
効率化

ばらばらに
排他的な
投資。。。。

セキュリティ
BCP

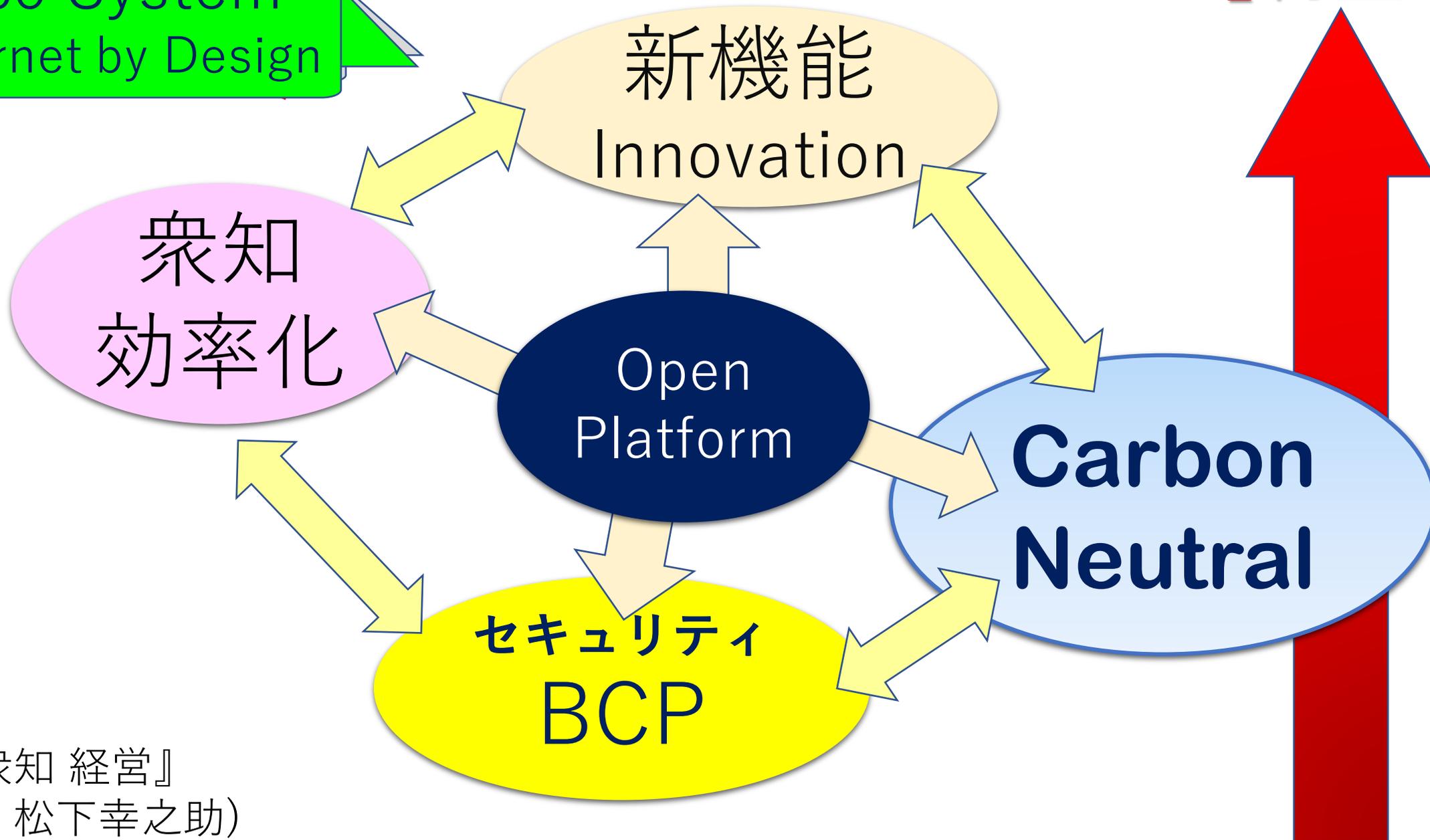
Carbon
Neutral

普通の状況

(注) 『衆知 経営』
(by 松下幸之助)

Eco System
Internet by Design

【利益率】



(注) 『衆知 経営』
(by 松下幸之助)

【利益率】

ひと粒で
4度美味しい

新機能
Innovation

効率化

Multiple-Payoff
Eco-System

Carbon
Neutral

セキュリティ
BCP

(注) 『衆知 経営』
(by 松下幸之助)

～ 新しい 三方良し ～

① 脱炭素

② 価値創造(DX)

③ 災害対策(BCP)

④ {時間と資源の}無駄削減(dx)

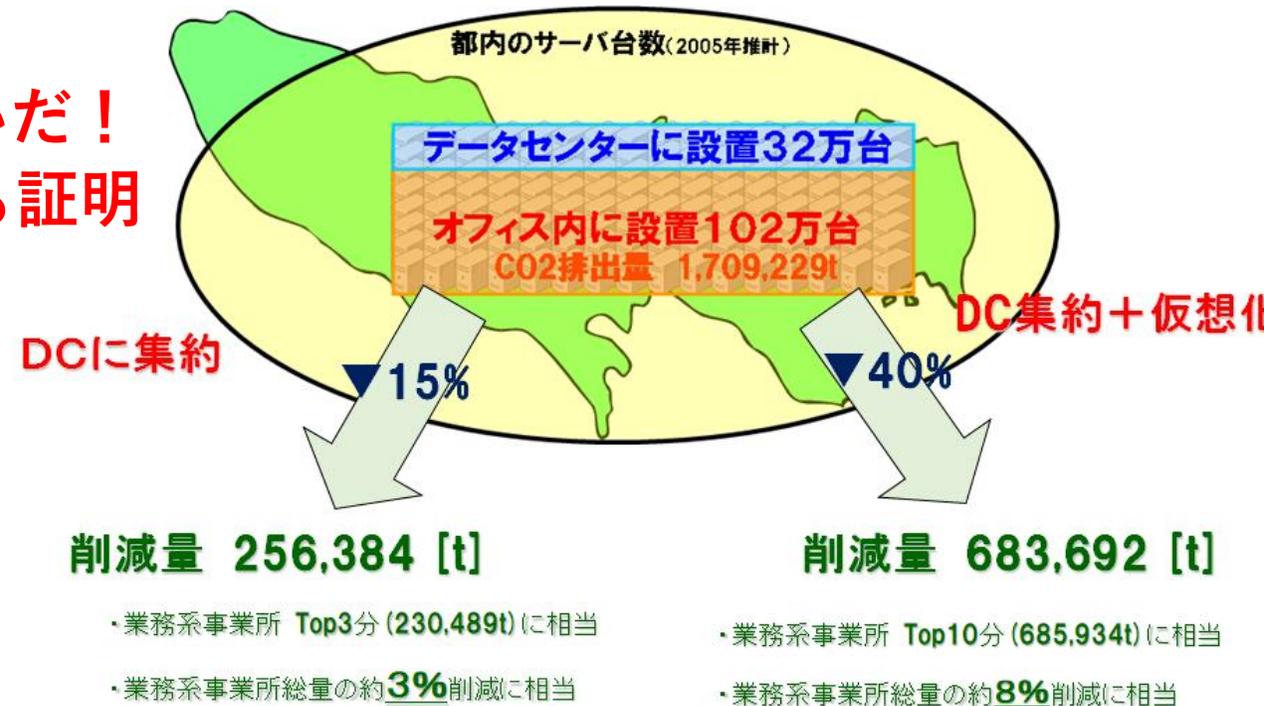
2011年東日本大震災の頃； “Computer-Go-To-DataCenter” データセンターに関する東京都 環境局 との関係

1. 2008年： 大量の電力を消費するので、悪魔のような邪悪な存在だ。
(*）東京都から出て行け ← 優良産業を失ってしまうこと気づいていなかった
2. 2010年： トータルには電力消費量の削減に寄与する良い奴なんだあ。
(*）{おまけ}： オンライン会計で、脱税も減らして税収の増加に寄与するのかな。
3. 2012年頃

① DCが 3.11での 日本経済の崩壊を防いだ！
(*）日本品質の建築・設備の耐震性も証明

②地球温暖化ガス(CO₂) 環境条例で、
データセンターに例外規定を適用。

③事業所の電力使用量の削減に、
データセンター(15%削減)と
クラウドサービス(40%削減)
を使うことを推奨。



Google

デジタル化による炭素排出量大幅削減

- 企業や自治体がオンプレミスからGoogle Appsに移行することで**最大85%の省エネ効果を達成できる**と、グーグルが試算している。
 - グーグルは2021年6月27日、企業や自治体がオンプレミスからGoogle Appsに移行することで最大85%の省エネ効果を達成できるとする試算結果をブログで紹介した。「クラウドサービスの利用で作業効率の向上に加え、エネルギー消費量や二酸化炭素の排出量の減少とコスト削減につながる」としている。
 - 試算によれば、**企業や自治体がメールシステムをオンプレミスからGmailに移行することで、最大80倍のエネルギー効率**が得られるという。さらにオフィスアプリケーションを含めてオンプレミスからGoogle Appsに移行すれば、省エネ効果は65～85%に達するとした。
 - 同社によると、1万7000人の「Google Apps for Government」ユーザーがいる**米国一般調達局（GSA）ではオンプレミスからの移行で二酸化炭素排出量が85%削減され、年間想定では28万5000ドルのコスト削減効果につながった**としている。

- 米グーグルは同社における「脱炭素」の進捗状況を2021年4月20日（米国時間）に発表した。2030年までにデータセンター（DC）やオフィスなどを二酸化炭素（CO2）を排出しないカーボン・フリー・エネルギーで24時間365日運営する目標を掲げており、**既に5カ所のDCでその目標をほぼ達成**したとする。
- 進捗状況はスunder・ピチャイ最高経営責任者（CEO）名義のブログで発表した。グーグルは脱炭素の取り組みを3つのステップに分類している。

- ① 第1ステップは自社が排出するCO2に相当する**カーボンオフセット（CO2排出権）**を購入する「カーボンニュートラル」で、グーグルは07年になし遂げた。
- ② 第2ステップは同社の年間電力使用量に相当する**再生可能エネルギー**を購入する「100%リニューアブル（再生可能エネルギー）」で17年に達成した。

【クラウド型データセンターが都会から疎開可能になった!!】

→ DataCenter-Go-to-RenewalEnergyPowerPlant(REPP)

- ③ そして第3ステップとしてDCやオフィスが**消費する電力を常時クリーンエネルギーでまかなう**「24/7 カーボンフリー（24時間365日脱炭素）」を30年までに達成する。

つまり、、、

Internet of Things (IoT)

Physical First with Digital Twin

ガラ携



スマホ

Internet of Functions (IoF)

Cyber First with Digital Twin



2010年、中国企業は閉鎖工場の再建など米国製造業へ投資を増加させた。中国の企業がアメリカの廃工場を復活させ、歓喜が戻ったアメリカ中西部。本作はその代表的な例として挙げられる中国の巨大企業 福耀(フーヤオ)のアメリカ進出の裏側を追ったドキュメンタリー。

- ① デジタル化された工場は、地面からの拘束から解放される。
- ② 既存の{独自技術を用いた}設備の Up Grade は、とても大変。
- ③ Clean Slateな オープン技術を用いたSmart Factoryは、Up Grade と引っ越しの障壁が小さい。

Carbon Neutral への 2つ

Go-to-RE-site
similar to DC !!!

1. RE-100

- Renewal Energy 100%
- 再生可能 発電源 との連携

2. EP-100

- Energy Productivity 100%
- 『生産性向上』という 日本のお家芸です。
- こちらは、200%でも 1,000%でも !!!

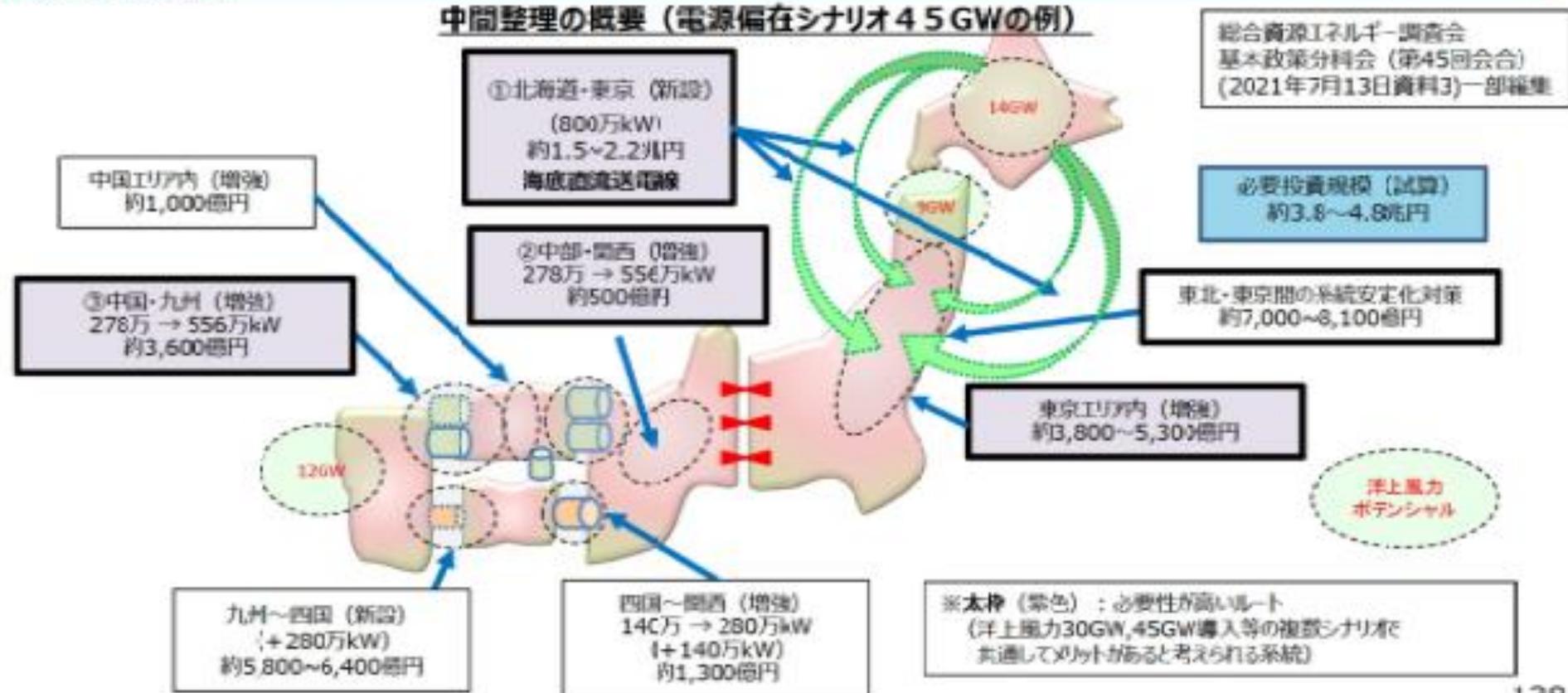
再生可能エネルギー x デジタルインフラ

1. 大量導入と主力電力化
 - i. **洋上風力 → 加速化を確認(11月30日 エネ庁委員会)**
 - ii. 太陽光発電
 - iii. **水力発電 . . . 経産省・エネ庁では議論されていませんが、**
2. ノンファーム接続の全国展開 → **電源確保・提供の迅速化(11月30日委員会)**
3. 自家消費・地産地消・自営線の推進 → **ルール変更(オフサイトPPA)**
4. アグリゲータの育成 → Super/Smart City との連携
→ **上げDR/下げDRによる系統連携の可能性**
5. FIT から FIP へ
6. **強靱化対策(災害対策) → Super/Smart City との連携**
7. グリーンイノベーション戦略推進会議(with 内閣府、環境省)
 - i. 水素利用 (①長距離輸送、②農業用アンモニアパイプライン@米国)
 - ii. **地域循環共生圏(環境省) → カーボン： Positive = 都会、Negative = 地方**
 - iii. 国交省はあまり入っていない。。。
8. クラウド・バイ・デフォルト → **デジタル庁でさらに加速**

送電網のマスタープランの検討状況と賦課金方式の適用について

- 再エネポテンシャルへの対応、電力融通の円滑化によるレジリエンス向上に向けて、全国大での広域連系システムの形成を計画的に進めるため、マスタープランの中間整理を5月にとりまとめた。新たなエネルギーミックス等をベースに、2022年度中を目途に完成を目途。
- 北海道と本州を結ぶ海底直流送電等の必要性が高いルートは、順次、具体化を検討。
- 再エネ主力化小委員会の中間取りまとめに沿って、まずは、広域的な再エネ活用が進むことが明確な地域間連系線及びこれに伴う地内システムの整備に賦課金方式を適用することとし、賦課金方式の適用範囲の拡大については、マスタープランの策定を進める中で、検討していく。

中間整理の概要（電源偏在シナリオ45GWの例）



整備方針

データセンター (DC)

- **10数カ所**の地方拠点を5年程度で整備

海底ケーブル

- **日本周回ケーブル**を3年程度で完成
- **陸揚局**の地方分散

具体的施策 (既存補助金)

- **総務省** DCの建物等や海底ケーブル陸揚局等の地方分散を支援 (500億円)
- **経産省** DCにかかる土地造成等を支援 (526億円)

施策効果 (整備可能 件数等)

- **大規模DC 最大5~7カ所**程度の整備
- **日本周回ケーブルの実現** (3年程度)
- **陸揚局 数カ所程度**の整備

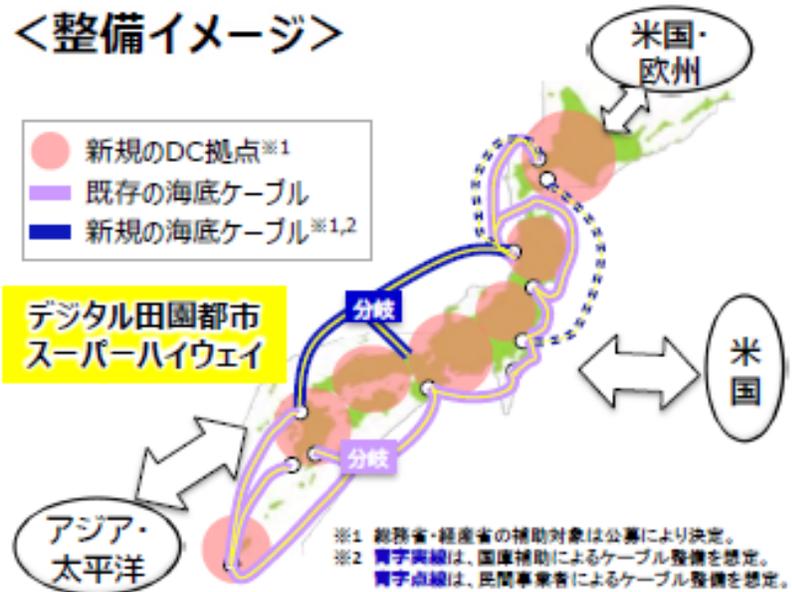
上記補助による整備を呼び水とした民間事業者による地方におけるさらなるDC整備の期待

(注) 上記の他、地方におけるインターネット接続点 (IX) 整備を促進

<整備イメージ>

- 新規のDC拠点※1
- 既存の海底ケーブル
- 新規の海底ケーブル※1,2

デジタル田園都市
スーパーハイウェイ



※1 総務省・経産省の補助対象は公募により決定。
※2 青字実線は、国庫補助によるケーブル整備を想定。
青字点線は、民間事業者によるケーブル整備を想定。

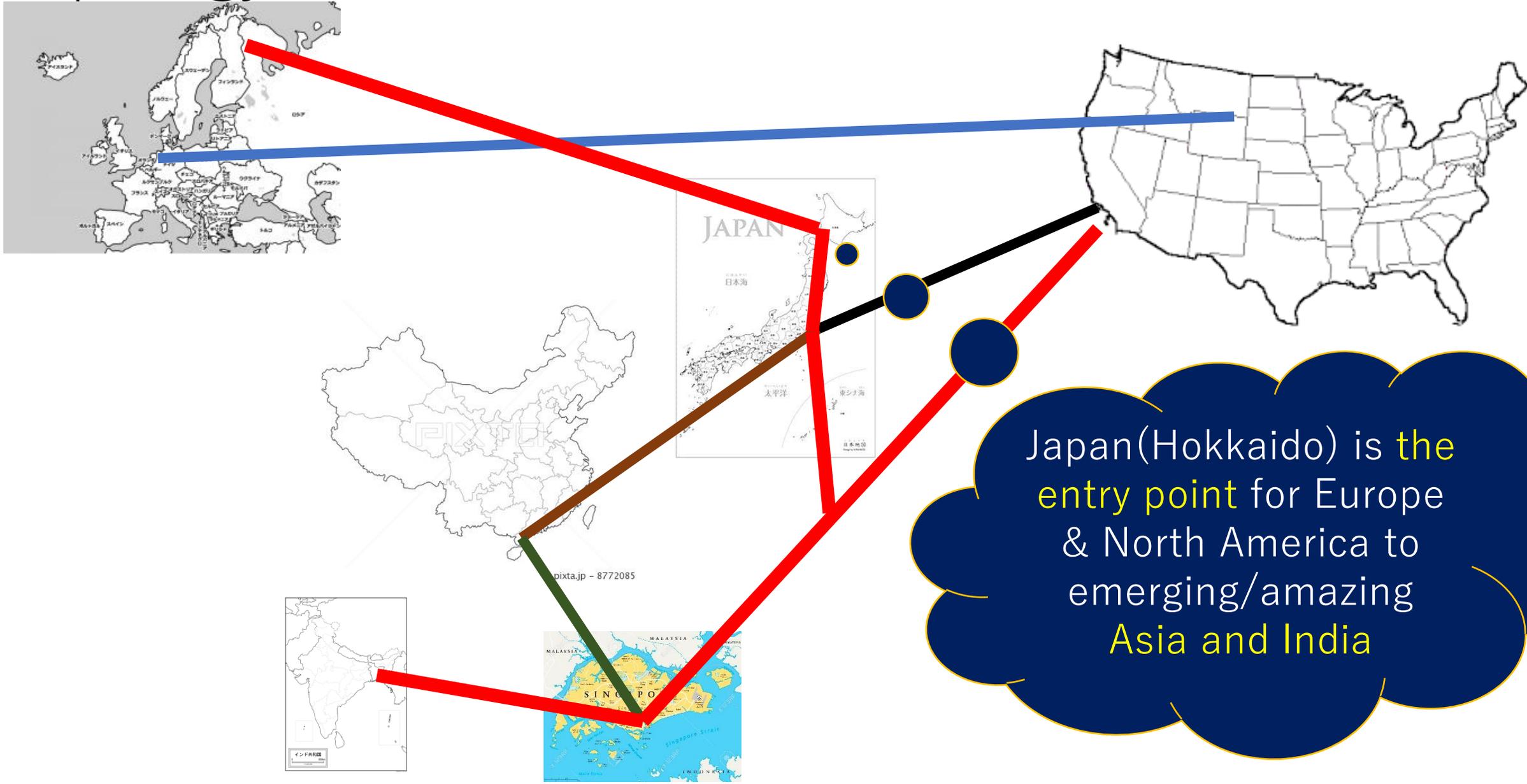
Topology of DC hubs and network (now)



pixta.jp - 8772085



Topology of DC hubs and network (future)





ABOUT CINIA

Cinia is a Finnish state-owned network, cybersecurity and software solutions provider. Cinia's operations are based on solid expertise in modern software development, data network technologies and critical operating environments.



ABOUT FAR NORTH DIGITAL, LLC

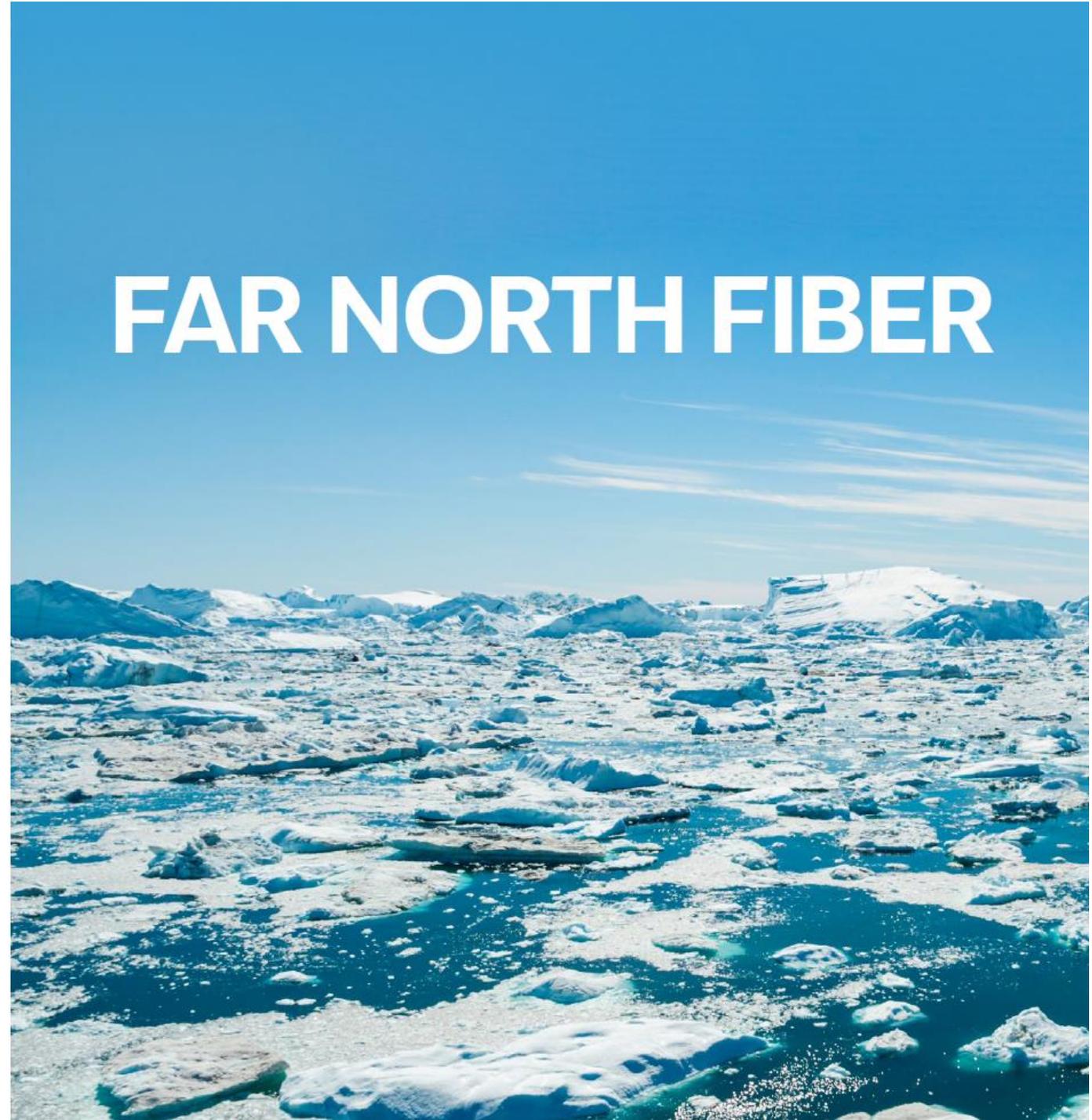
Far North Digital, LLC, is a North American company based in Alaska is focused on telecommunications and data storage solution in the Arctic and Subarctic regions. The team has experience in the planning, financing, design and construction of subsea cable infrastructure and the management and operation of major telecom companies.



ABOUT ARTERIA

Since its inception in 1997, ARTERIA Networks Corporation, a subsidiary of Marubeni Corporation, has provided a variety of telecommunication services that utilizes the Company's proprietary high-capacity optical fiber backbone and access line of its own network.

FAR NORTH FIBER



HIGH LEVEL OVERVIEW



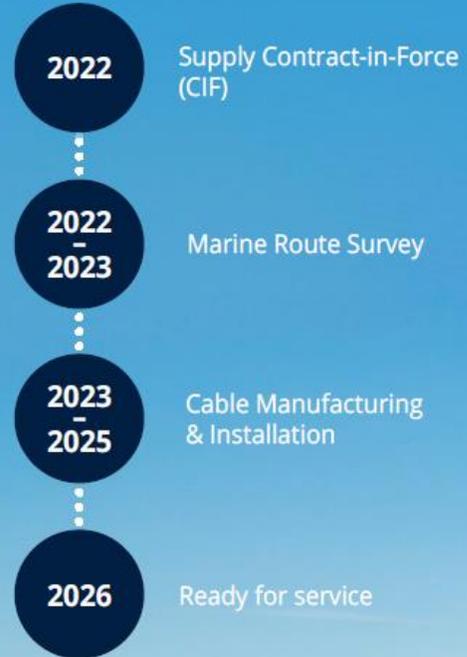
CURRENT DESIGN

- The cable transits the Northwest Passage offering a new route in subsea cables
- Significant latency reduction versus routes available today
- 16 fiber pair system
- Landings: dual landings in Japan (Hokkaido and Tokyo region), Europe (Ireland, Norway/Finland) and North America (Prudhoe Bay)
- Branching Units to support remote northern regions

ESTIMATED LATENCIES

Segment	RTD/ms
Japan (Chikura) – Ireland	152
Japan – Norway/Finland	166
Japan – Alaska (Prudhoe Bay)	70
Alaska – Ireland	82
Alaska – Norway/Finland	96

PROJECT TIMELINE, PRELIMINARY:



～ 地球という環境～

実は、光は遅い。。。。

欧米は 200-300 ミリ秒

国内は 30- 50 ミリ秒

ビル内は、 2- 3 ミリ秒

ビジネスケース

ドイツの会社 (BMW)

以前



ドイツ

100%
of IT Load
Tier III

IT負荷

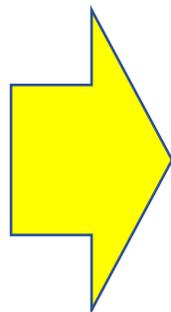
5 MW

価格

200万ユーロ

総額

200万ユーロ



現在



ドイツ

20%
of IT Load
Tier III

1MW

40万€



アイスランド

50%
of IT Load
New standard

2.5 MW

50万€



スウェーデン

30%
of IT Load
New standard

1.5 MW

20万€

大事で速い
仕事は
近い場所の
{dark-sideの}DC

Non-Criticalな仕事は、
遠いけども、
安い(Cheep)
Green & Cleanな DC

アイスランドのデータセンター利用

- ✓ 100%再生可能電力(水力&地熱)の国
- ✓ リアルタイムでの反応は要らない仕事がたくさんある



1. 地球に優しい企業
2. 経費削減
3. デジタル化(DX)
 - a. 効率化
 - b. 働き方改革
 - c. 高機能的設計

カスタマーケーススタディ-BMW



- 82% 削減 HPCエネルギーコスト
- 146万リットルの燃料に相当
- 3,570 メートルトン^cの炭素を節約

BMWはVerne Globalを使用して、次世代のiシリーズでHPC対応のコンピューター支援設計 (CAD) モデリング、流体試験、および衝突試験シミュレーションをサポートしています。これにより、これらの素晴らしい車の開発全体でBMWのHPCエネルギーコストが削減されただけでなく、この生産プロセスで100%のグリーンエネルギーを利用できるようになりました。

～ 新しい 三方良し

デジタル×ネット
が

強力な手段 & 前提

- ① 脱炭素
- ② 価値創造(DX)
- ③ 災害対策(BCP)
- ④ {時間と資源/産廃の}無駄削減(DX)

～ 新しい 三方良し ～

- ① 脱炭素
- ② 価値創造(DX)
- ③ 災害対策
- ④ {時間と資源/産廃の}無駄削減(DX)

事例 ① マイクロソフト 品川本社

2011年3月11日 東日本大震災 が 発生



日本マイクロソフト社
品川本社ビル

【引っ越しを契機に】 (*) 発災直前に引っ越し完了!!

- ① サーバはすべてデータセンターへ
- ② ネットを使った業務

【発災直後】

- ① 業務継続(オフィスには人はいない)
- ② 出社無用 = 社員の安全確保

【発災後】

- ① 全マイクロソフト社のオフィスの推奨モデルに
- ② 女性・障害者支援 by 在宅勤務

2011年3月11日 東日本大震災 が 発生



日本マイクロソフト社
品川本社ビル

【さらに!!!!】

- ① **ライフタイムコスト削減と快適性の共生**
by 面倒な大きなコンピュータがない!!
 1. 初期入居経費の削減
 2. 入居中のコスト削減・快適性
 3. 退去時の 現状復帰コストの削減
- ② **危機管理機能の向上 (=BCP)**
 1. 知的財産の保護
 2. 情報漏洩機会の減少
- ③ **エネルギー使用量の削減 (=CSR)**
 1. スマート・ビル by IoT+クラウド
 2. 発熱体のコンピュータ Go-to-DC

～ 新しい

さらに、EP-x00

(* EP: Energy Productivity)

①

脱

②

価値

③

災害対策(CP)

④

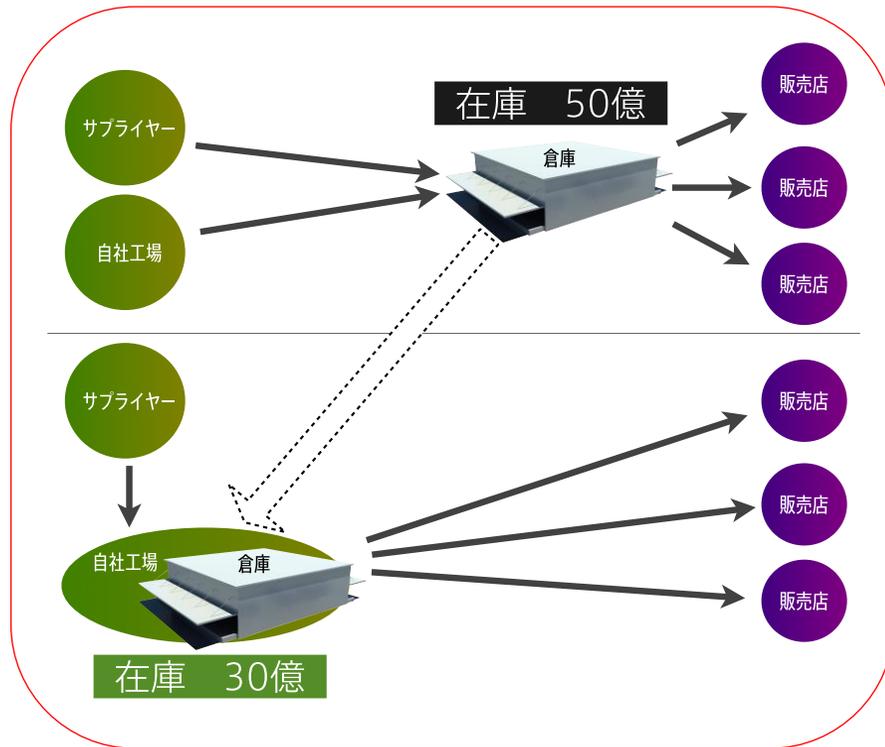
{時間と資源/産廃の}無駄削減(DX)

事例 ② 倉庫の受注

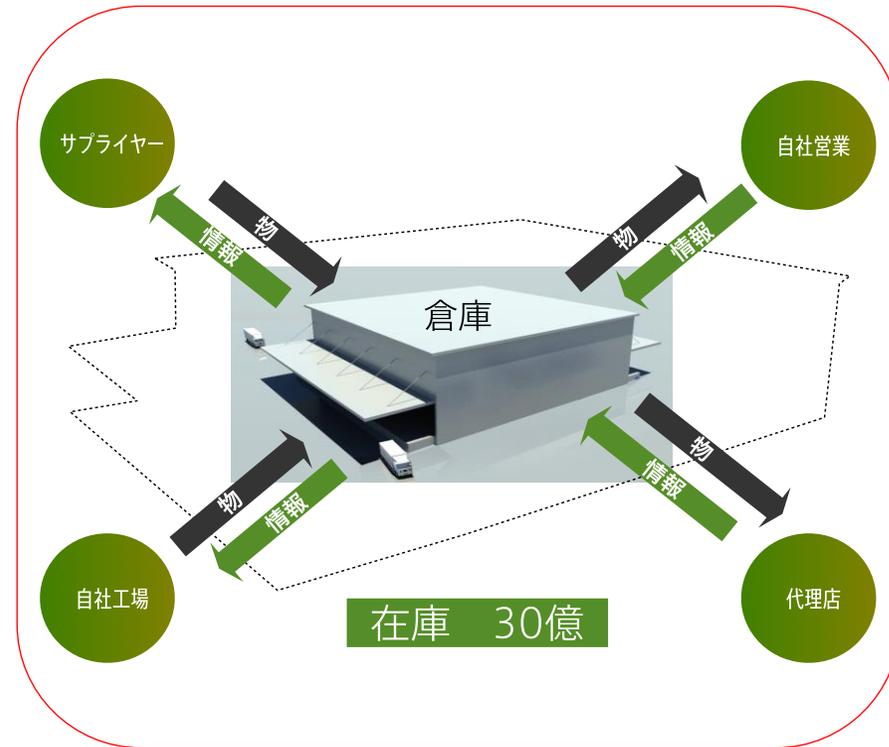
在庫圧縮で建設コストダウン

クライアントのオーダー **在庫50億の倉庫を作ってほしい**

自社工場近辺に倉庫を建設
在庫を30億に減らして建設コストを40%削減



ITの活用による物流の改善で
欠品率を上げない小さな倉庫はできる



在庫30億の倉庫で建設コストダウン + 効率的 Supply-Chainの構築

資料:Plantec Associates大江社長

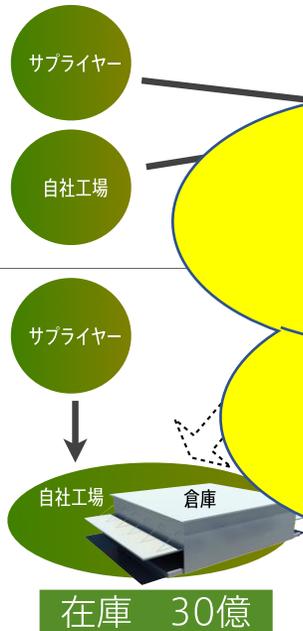
在庫圧縮で建設コストダウン

クライアントのオーダー **在庫50億の倉庫を作ってほしい**

自社工場近辺に建設
在庫を30億に減らして

【おまけ】

- ① 物流量削減(→省エネ)
- ② 産廃物削減(→環境対策)
- ③ 上流と下流業者の作業負担の削減(→効率)



在庫30億の倉庫で建設コストダウン + 効率的 Supply-Chainの構築

事例 ③ コンテナ(物流)
インターネット
3Dプリンター

“物流” 3つの大革命

2020s = Cyber-First Sharing Economy

19世紀以前 = 排他的価値観



シェアリングエコノミー
1. 物理領域
2. サイバー領域
↓
「モノ」の移動を激減



生産の大革命

20世紀終盤
(2) Cyber空間での
Sharing Economy

コンテナ
パレット
(1956年)



デジタル小包
(=IP Packet)

Summary

Sharing
Economy

1. 新しい 三方良し = 至宝(4方)良し へ。
 - デジタルは、Innovation(新機能)への 機会/ツール
 - 一粒で、4回楽しむ !!
 2. デジタルをツールにして、EP-x00 を 狙う べき。
 - 要は、5S (整理/整頓/清掃/清潔/躰) と 同じ!!
 3. Internet of Things → Internet of Functions
- (*) デジタル化 = ハードウェアからの自由を獲得
必要なモノ(HW/SW)を自由に結合&移動可能にすること。
【注意】サイバーセキュリティ対策が必須に

ご清聴 どうもありがとうございました。

道徳なき経済は罪。 経済なき道徳は寝言。
(二宮 尊徳 氏)

「発明は必要の母」
(Melvin Kranzberg 第2法則)