デジタルインフラ@大阪

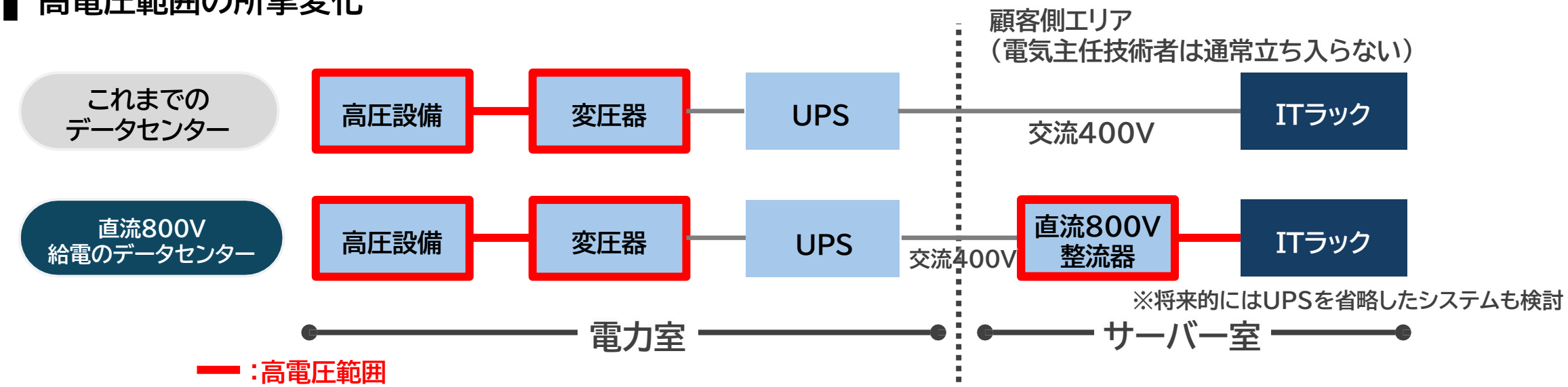
東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
WIDEプロジェクト 代表
東大グリーンICTプロジェクト(GUTP) 代表
江崎 浩 (Hiroshi ESAKI)

データセンターへの懸念： 現地点 & 近未来

1. 大量の水の消費
   ➔ ドライ型空調、水冷、循環型熱移動システム
2. 大量の熱を放出
   ➔ 水冷循環型 ➔ 高熱廃熱で空冷の可能性も
3. 大量の電力消費
   ➔ ① 直流(細く、低ロス)
   ② 地域への直接負担は小さい(米国との違い)
4. 有害な排煙
   ➔ 停電時(日本ではほとんどない)と定期点検時のみ。
5. 建築(シェル)の時間とコストがかかる
   ➔ モジュール化(プレファブ),BIM化

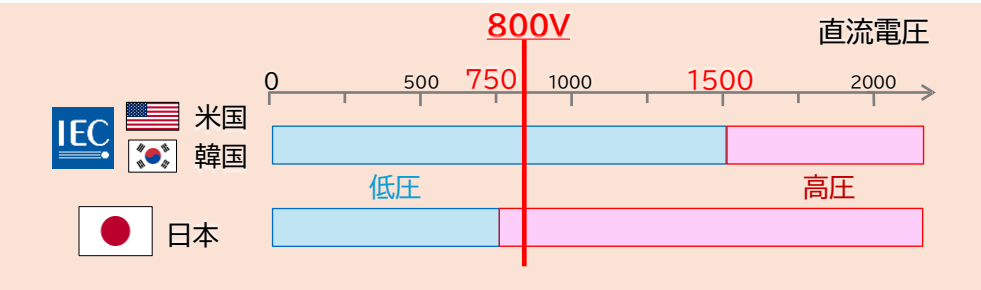
直流800V給電 国内導入時の課題

▌高電圧範囲の所掌変化



▌法令遵守と安全対策

日本では、直流800Vは高電圧に分類



主要規格の電圧区分

サーバ室内に高圧設備が導入されることになるため、感電対策・アーク対策などの安全対策を講じる必要有り規制緩和の検討も

© NTT FACILITIES, INC. All rights reserved.

（3）データセンター／海底ケーブル等

11

整備方針

※ 主な改訂内容は赤字

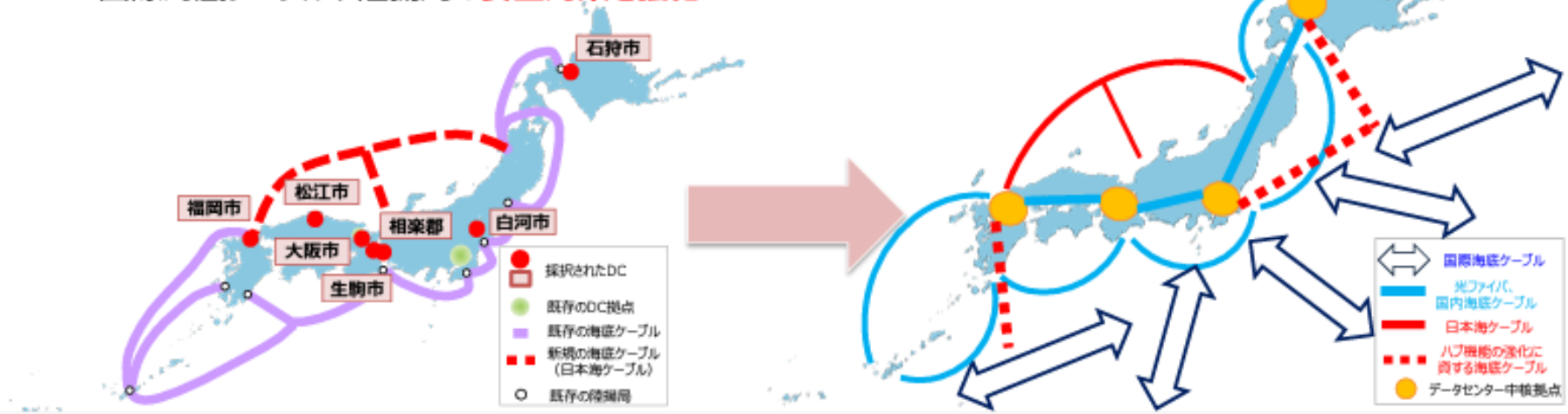
1 データセンター

- 経済産業省と連携し、地域を分散して**10数カ所の地方拠点を５年程度で整備**。地方拠点は、レジリエンス強化、再生可能エネルギー等の効率的活用、通信ネットワーク等の効率化の３点を勘案して整備
- 当面は、北海道や九州のようなエリアにおいて、**東京・大阪を補完・代替する第３・第４の中核拠点の整備**を促進
- 有識者会合※の議論等を踏まえ、**グリーン化**に向けた取組やMEC（モバイルエッジコンピューティング）との連携等を注視しつつ、関係省庁と連携し、**更なる分散立地の在り方や拠点整備等に必要な支援**を検討

※ デジタルインフラ（DC等）整備に関する有識者会合

2 海底ケーブル等

- **2026年度中に日本周回ケーブル**（デジタル田園都市スーパーハイウェイ）を**運用開始、陸揚局を分散立地**
- **国際的なデータ流通のハブとしての機能強化**に向けた取組を促進
- 国際海底ケーブルや陸揚局の**安全対策を強化**





Asia

not only 国内
but also 地球

総務省 「デジタル田園都市国家インフラ整備計画(改訂版)」（2023年４月）

（3）データセンター／海底ケーブル等

11

整備方針

1 データセンター

- 経済産業省
  再生可能エ
- 当面は、北
- 有識者会合
  視しつつ、関

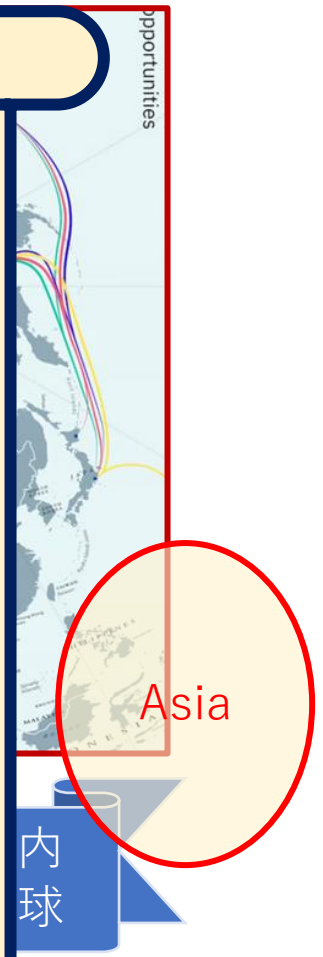
2 海底ケーブル

- 2026年度
- 国際的なデ
- 国際海底ケ

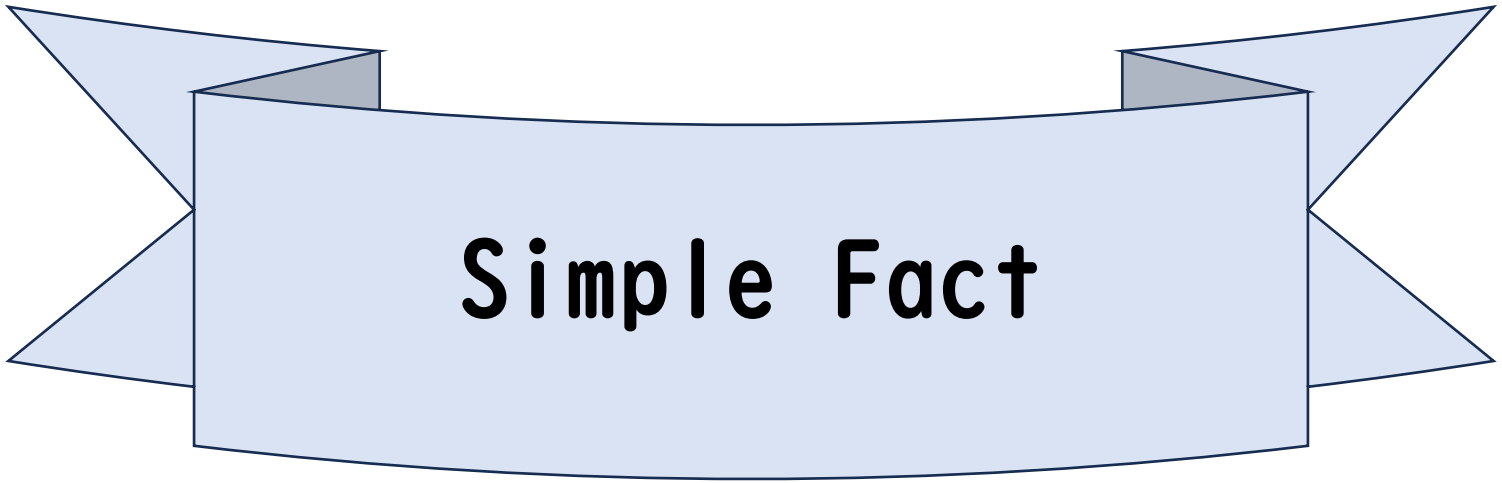
相対的に、{海底}通信ケーブルは
安い買い物(投資)になってしまった?

👇

安い通信ケーブルで、遠くの場所を繋げば、仮想的なエネルギー連携ネットワークに with Work Load Shift ❣
(*)そもそも、電力線は敷設不可能



総務省 「デジタル田園都市国家インフラ整備計画(改訂版)」（2023年４月）



シェル ・ワット・ビット
(Shell) (Watt) (Bits)

Energy to build, operate and to maintain

Embodied Carbon

Operational Carbon

物流 》 電流 》 情流

Material (**M**olecule) 》 **E**lectricity (**P**ower/**W**att) 》 **D**igital bit (**D**igital **F**unction)

Cost	x0000	:	x00	:	1

	質量(g)	電子を1とすると
分子(物流)	陽子/中性子	1.673×10^{-24}	1,840 ($=1.8 \times 10^{-3}$)
ワット(電流)	電子	9.109×10^{-28}	1
ビット(情流)	光子	$0 < m < 2 \times 10^{-51}$	$> 2.198 \times 10^{-24}$

	(km/h)	(m/sec)	車で正規化
物流　音	1,200	300	30
新幹線	300	83	8.3
車	36	10	1
人(足)	3	0.8	0.1
電流	3×10^{5}	3×10^{8}	30 million
(electron)	0.0075 mm/sec	7.5×10^{-5}	1/7.5M
電磁波(空気中)	3×10^{5}	3×10^{8}	30 million
(光ファイバー中)	2×10^{5}	2×10^{8}	20 million

	質量(g)	電子を1とすると
分子(物流)	陽子/中性子	1.673x10^{-24}	1,840 (=1.8x10^{-3})
ワッ	電子	9.109x10^{-28}	
ビット(			

分子(物流)は、
とってもとっても重いので、
①移動速度が遅い、
②移動にエネルギー&お金がかかる

	正規化
物流　音	30
新	8.3
電	
(ele	1/7.5M
電磁波(空気中)	30 million
(光ファイバー中)	2x10^{5}	2x10^{8}	20 million

	質量(g)	電子を1とすると
分子(物流)	陽子/中性子	1.673×10^{-24}	1,840 ($=1.8 \times 10^{-3}$)
ワット(電流)	電子	9.109×10^{-28}	1
ビット(情流)	光子	$0 < m < 2 \times 10^{-51}$	$> 2.198 \times 10^{-24}$

	(km/h)	(m/sec)	車で正規化
物流　音	1,200	300	30
新幹線	300	83	8.3
車	36	10	1
人(足)	3	0.8	0.1
電流	3×10^{5}	3×10^{8}	30 million
(electron)	0.0075 mm/sec	7.5×10^{-5}	1/7.5M
電磁波(空気中)	3×10^{5}	3×10^{8}	30 million
(光ファイバー中)	2×10^{5}	2×10^{8}	20 million

	質量(g)	電子を1とすると
分	/中性子	$1.673x10^{-24}$
ワット	電子	$9.109x10^{-28}$
ビット(情		24

			正規化
物流　音			30
新			2.3
電			
電磁波(空気			0 million
(光ファイバー)	2x10	2x10	20 million

ということで、
通信(by 電子/光子）の登場で、
地球/物理空間が
3,000万倍 小さくなった

👇

①物流で東京は 遠い/高いが、
②情流では、東京は 近い/安い

経済の主力基盤が、デジタル(情)へ

物流



江戸の河岸
河川や江戸城を取り巻く堀端に数多くの河岸があった。

水

物流
＋
エネルギー(電)流

交通/物流
エネルギー/電力



【土地の拡張】
物流、上下水、防衛
~Sharing Economy~

情流



情報
デジタル



経済の主力基盤が、デジタル(情)へ

物流

物流
＋
エネルギー(電)流



江戸の河岸
河川や江戸城を取り巻く堀端に数多くの河岸があった。

物理的 地政学

水

交通/物流
エネルギー/電力

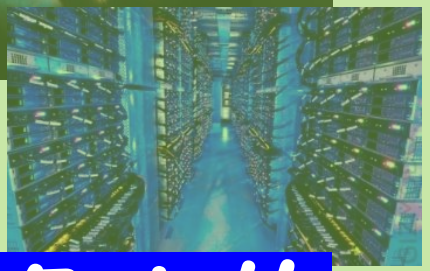


【土地の拡張】
物流、上下水、防衛
~Sharing Economy~

情流



情報
デジタル



デジタル的 地政学

エネルギー安全保障とデジタル経済安全保障の両立へ

デジタル経済の持続的発展には、データセンター(DC)は重要であるが大量のエネルギー消費が必要。DCの**“主要“エネルギー源**を、化石燃料ではなく、**非化石(脱炭素)エネルギー源**にするという方向性は、 日本の国家{経済}安全保障にとっても極めて重要であると考える。

1．データセンターの電源を脱炭素化 → **脱炭素エネルギー源へ展開**

2．再生可能エネルギーの変動対策 → **Work-Load Shift(負荷移動)の導入**

2．再生可能エネルギーの変動対策 → **電力供給ルート＆構成&負担の見直し**

3．電力インフラへの民間投資の促進 → **DC事業者が、電力会社の設備に出資/投資**

4．新たなビジネスモデルの創生 → **電力xデジタルの連携による新事業の創生**
e.g., e-Japan 2.0 by Yahoo BB!

5．グローバル・国際インフラの整備 → **物理的地政学 から デジタル的地政学へ**

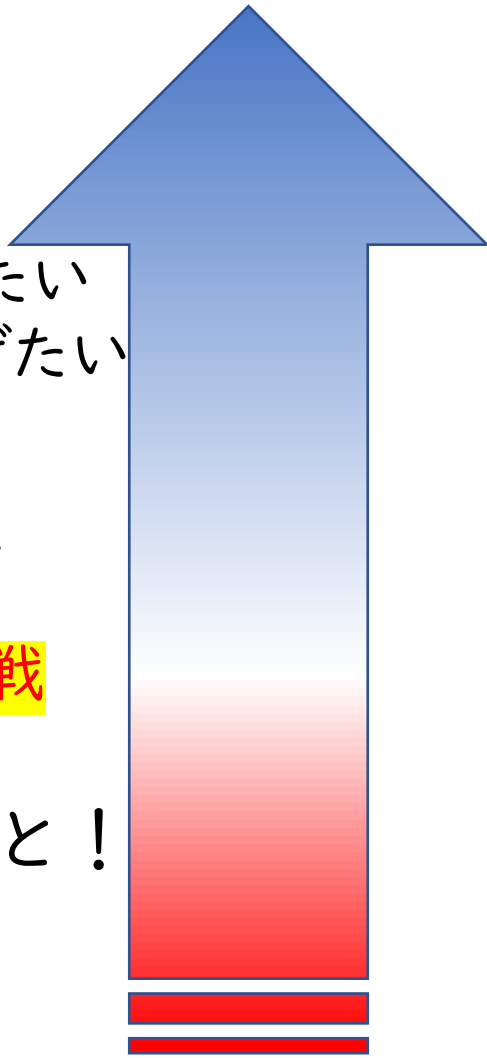
GX は、DXによるUnexpected Gift で実現!

1. デジタル化(TO BEのDX)で新しい価値を創造
2. デジタル化（AS ISのDX）で、“効率”を上げたい
   - (特に優秀な職員)：デジタル化で仕事が増えるならNo Thank you !!
   - 綺麗な｛紙の少ない｝空間で仕事がしたい
   - 無駄な仕事を減らし、重要な本来の創造的業務に使える時間を増やしたい
   - 本来業務の創造性を向上と創造的業務の実現して、業務満足度を上げたい

3. “脱”炭素エネルギーをDXインフラの“主要“電源とすることは、国家安全保障/エネルギー安全保障の重要施策である。
   (*)第1次世界大戦以降の紛争の原因は、ほとんどが 化石燃料源の争奪戦

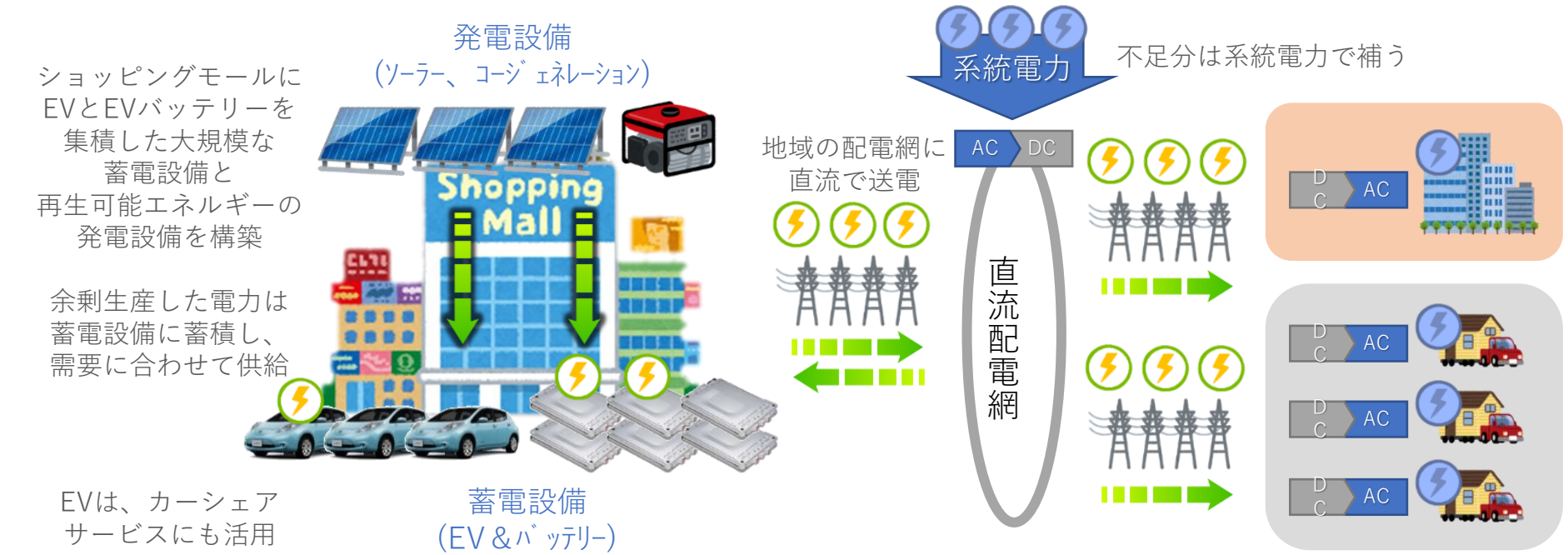
4. 「地球に貢献したい」(GX=“道徳“)、、、、けど、お金も稼がないと！
   - 『道徳のない経済は罪、経済のない道徳は寝言』(by 二宮 尊徳 氏)
   - DX で、省エネ(=PL)・省資源(=BS) by ①AS IS & ②TO BE

【利益率】



T-Village Energy ～ エネルギーシステム

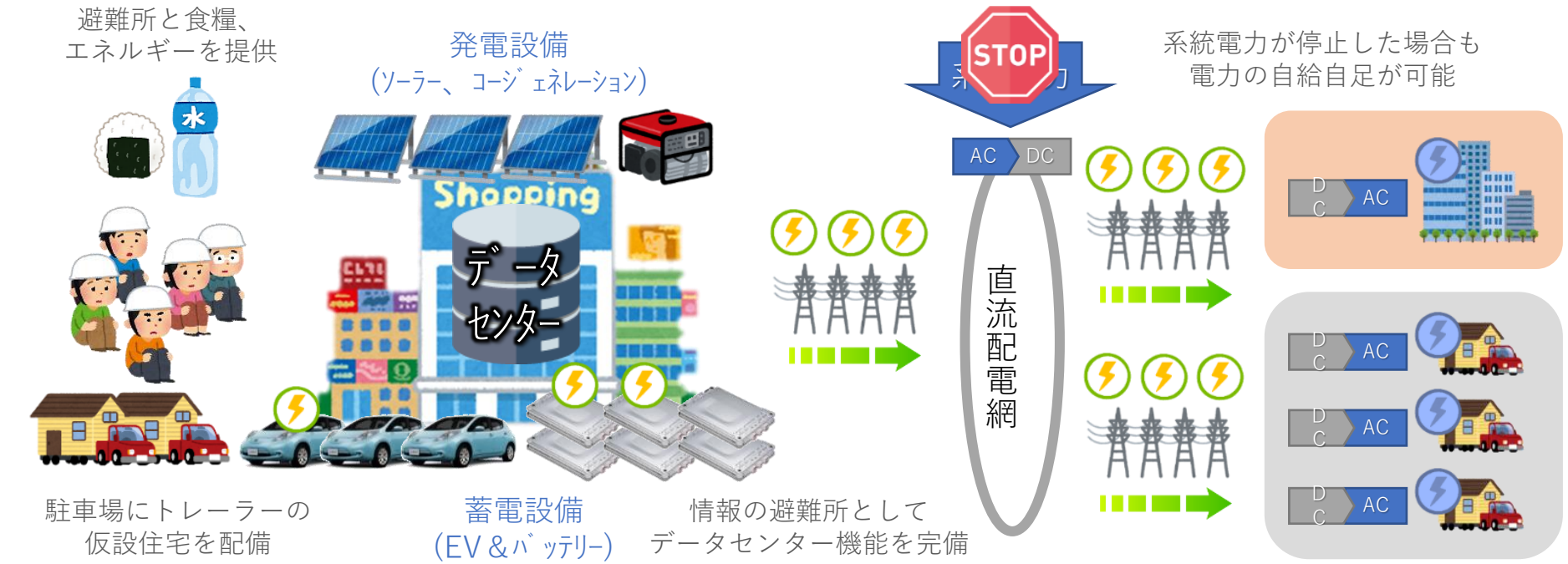
- 「地産地消」の自立したエネルギーシステムを実現
  - ショッピングモールを地域のエネルギー拠点として活用



© 2012-2017 Transparent Cloud Computing Consortium

T-Village Energy ～ エネルギーシステム

- ショッピングモールを有事の際の
  エネルギー・避難拠点に



http://ev.nissan.co.jp/LEAF/

© 2012-2017 Transparent Cloud Computing Consortium

イオンが巨大避難所になった日－石巻で2500人はどう命をつないだか

イオンモール大阪ドームシティにおける強靱でスマートな商業施設の整備

■取組主体　イオンリテール株式会社、イオンモール株式会社
■業種　卸売業、小売業
■取組の実施地域　大阪府（大阪市西区）
■取組関連 URL　http://osakadomecity-aeonmall.com/static/detail/smartaeon

取組の概要

商業施設の強靱化・スマート化

- イオンモール大阪ドームシティは、都市部の防災上重要なエリアに立地している。東日本大震災の経験を踏まえ、防災対応型のスマートな商業施設として「防災」と「エコ」の両立モデル施設を目指したショッピングモールの整備を行っている。
- 「地域をまもる」「エネルギーをまもる」「地域環境をまもる」等のコンセプトに沿って、災害時には、地域の防災拠点、食品や日常生活品の供給拠点として機能することを目指している。



【イオン大阪モールドームシティの外観】

- また、非常用発電機兼用ガスコージェネ（815kW×2台）を導入し、災害時に必要な保安負荷への電源確保を行うとともに、コージェネ排熱については地域冷暖房プラントとの熱融通を行い、システム全体の強靱性、省エネ性を高める取組を行うことで、周辺エリアである岩崎地区スマートエネルギーネットワークの一翼を担っている。

イオンモールは、内閣府と災害対応に関する連携協定を、東日本大震災の時の石巻市(2,500名)での経験・貢献をもとに締結した。

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/minkan_torikumi/pdf/2122.pdf

モール内に行政機能を設置

次世代の暮らしを提案する都市機能の充足

モール内に市庁舎支所を開所



イオンモール宇城（熊本県）

モール内に市立図書館を開館



イオンモールつがる柏（青森県つがる市）

公共性の高い施設・サービスの導入



郵便局



総合クリニック



祈祷室



投票所の設置

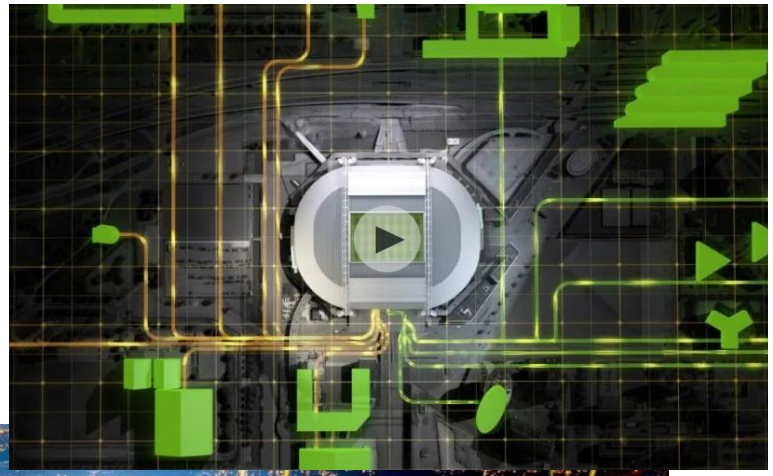


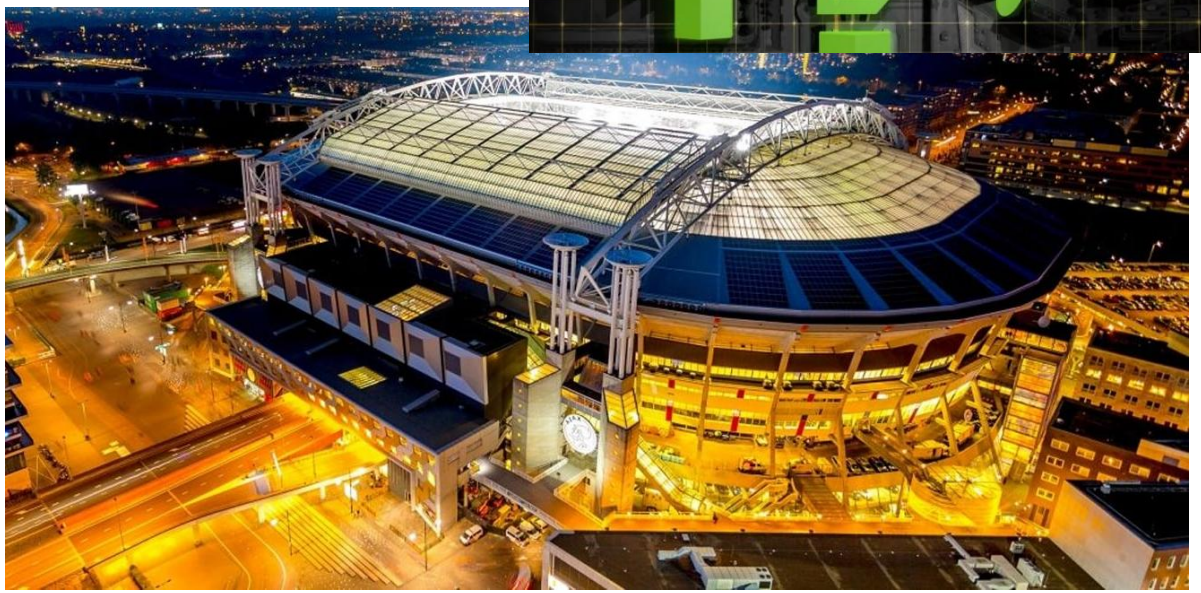
ワクチン接種会場



https://www.copenhill.dk/en

廃棄物処理
➔ 熱 & 電気
👇
欲しい人：病院、シニア施設





https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/amsterdam-arena.html

地域と共存共生するFlow City



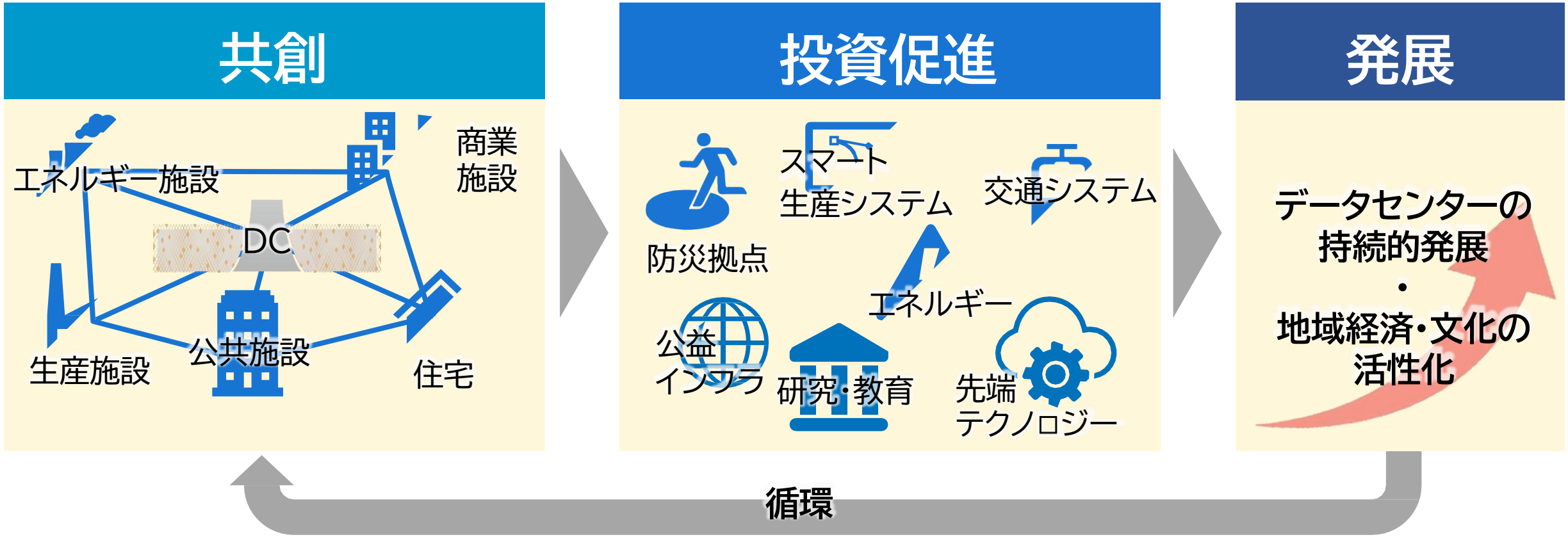
© NTT FACILITIES, INC. All rights reserved.

地域と共存共生するFlow City

Flow City　とは:

目的:地域の経済・文化の活性化に寄与する、データセンターを起爆剤としたコミュニティ

データセンターのインフラを地域社会に還元し、廃熱利用、災害時の設備提供、
先端技術で効率的な社会・産業システム構築に寄与する取り組みです。



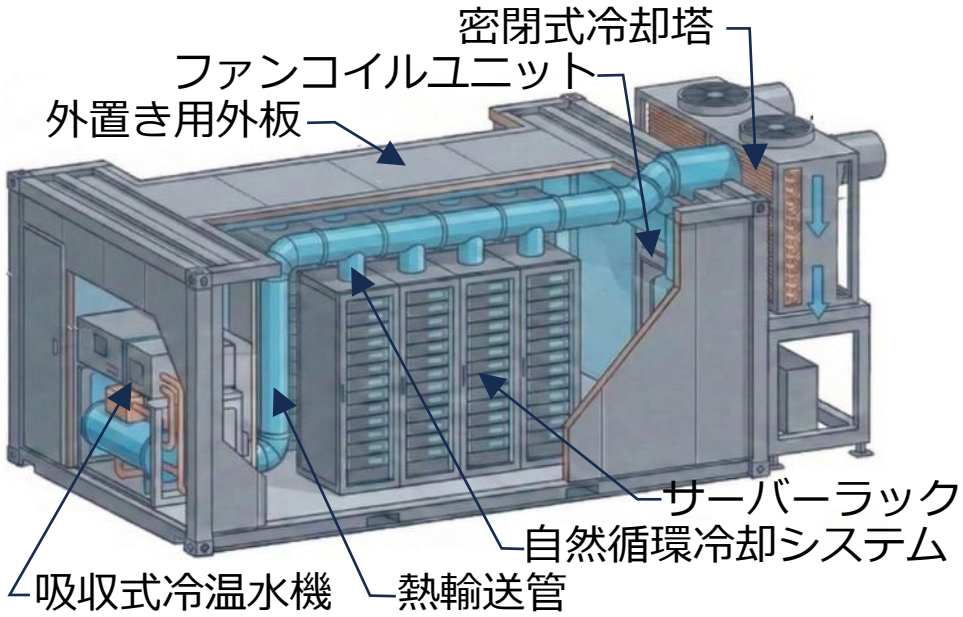
© NTT FACILITIES, INC. All rights reserved.

4　Podのご提案(WaBiCo Pod)

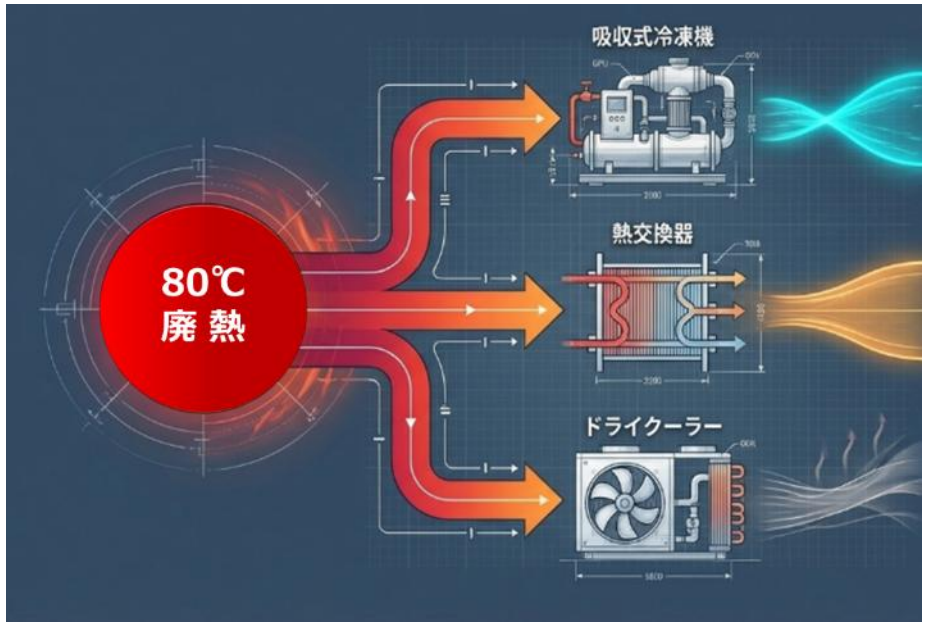
【資料】 MESH-X社/東京電力 経営技術戦略研究所 矢嶌健史氏

次世代技術WaBiCoとそれを用いたPodを提案する

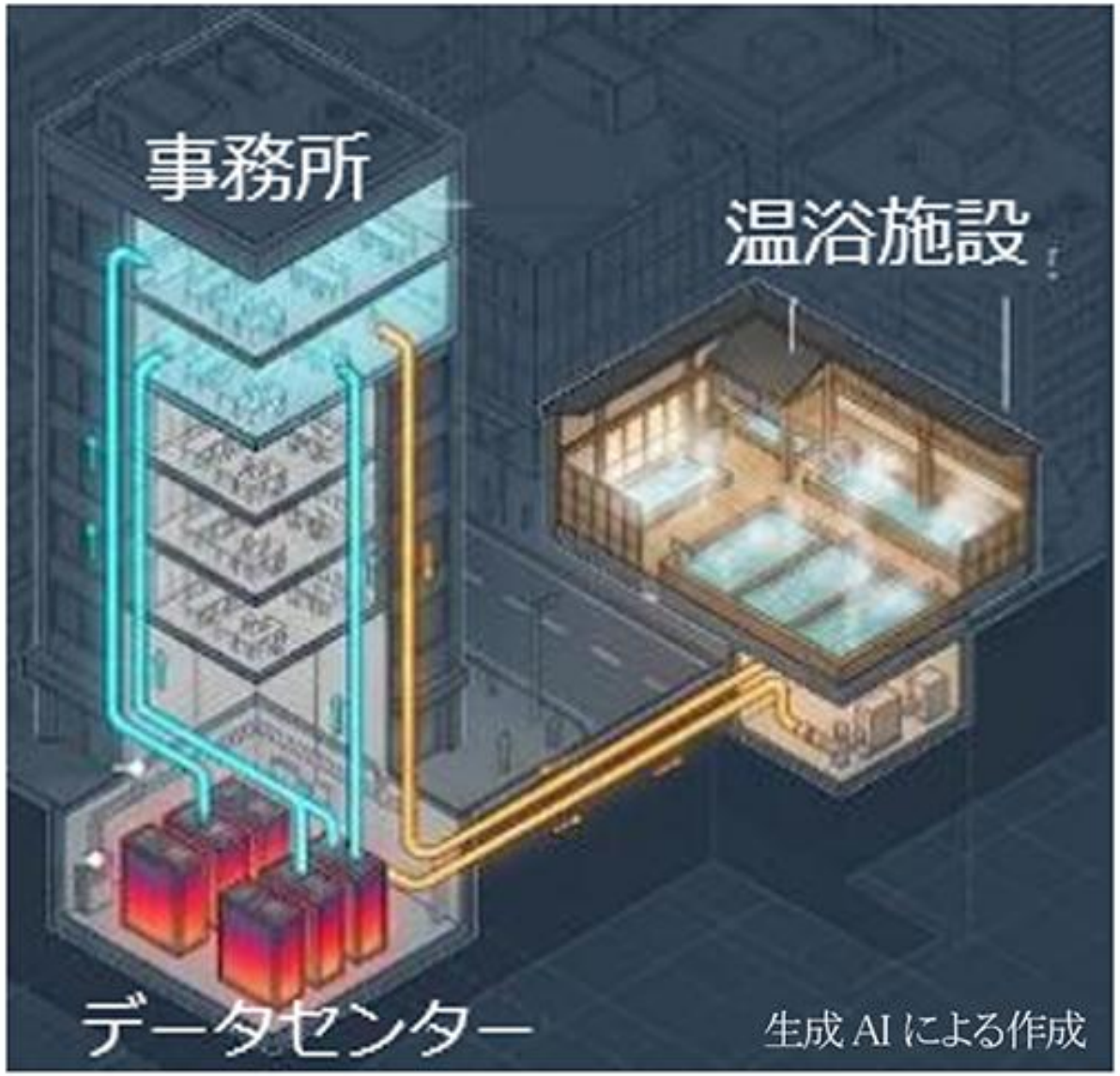
・WaBiCoの語源は電力（Watt）と計算（Bitt）に熱算併給（Cogeneraton）を加えた技術
・高温となるサーバを水の蒸発で効率的に冷却するとともに、廃熱を通常より高温で取り出すことで効果的な活用が可能
・WaBiCo Podはサーバーラック、自然循環冷却、廃熱回収システム、吸収式冷温水機で構成



WaBiCo Pod 構成機器イメージ



WaBiCoによる廃熱活用イメージ



データセンター廃熱活用の先進技術開発・実証を開始|7月|都庁総合ホームページ

資料協力：
・ビットメディア社 高野 雅晴 氏
・MESH-X社/東京電力 経営技術戦略研究所 矢嶌健史氏

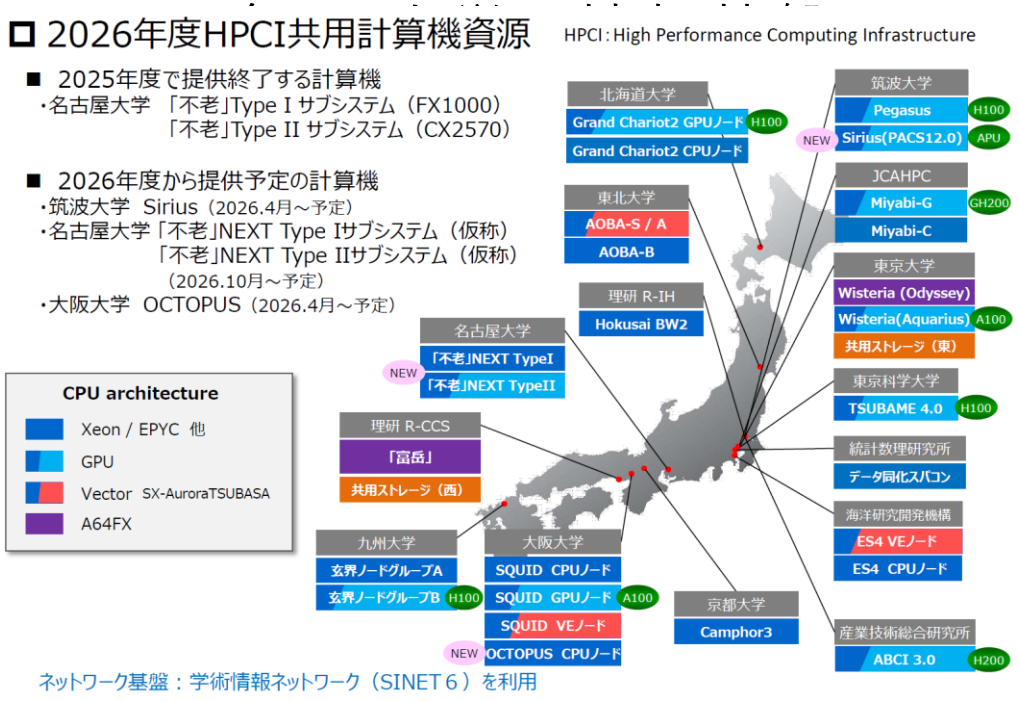
【実証 事例】ワット・ビット＋シェル 連携

1. 実証実験活動
   ① グループ1： J-POWER
   ② グループ2： 九州電力
   ③ グループ3： 東京大学・北海道大学

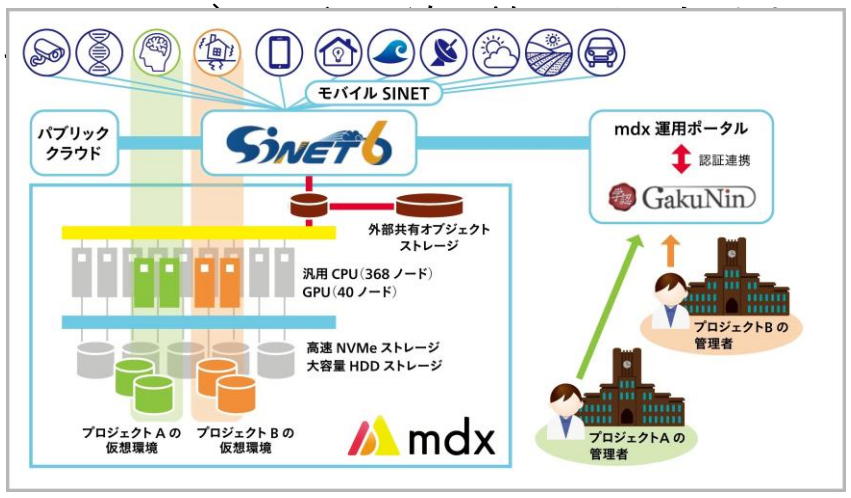
2. 系統用 大容量蓄電池 with DC

I. 学術情報基盤から見たワット・ビット連携の必然性

- 国の学術情報基盤の現状と組織間連携体制 (HPCI, JHPCN, mdx, 学認)



https://www.hpci-office.jp/application/files/8717/5801/4674/r08a_boshu_setsumeikai_hpci.pdf#page=2より



https://note.com/utokyo_itc/n/n279dd7f4f0b1

JHPCN 8拠点



2026年1月 ワット・ビット・コネクトフォーラム 東大田浦教授資料より

2. アカデミアでの実証へ向けて

- 民間に先駆けて大学間連携で進めるメリット：



共通の社会的使命：
競争関係ではなく協調関係。電力コスト削減・GX貢献という共通目標



既存の連携基盤：
SINET（学術情報ネットワーク）で全国大学が既に接続済み



多様な計算環境の実験場：
異種計算機の混在＝実社会のマルチクラウド環境に近似



データ主権の課題解決：
機微データを扱う研究での知見が、産業界のデータ主権議論に先行貢献

2026年1月 ワット・ビット・コネクトフォーラム 東大田浦教授資料より

3. 実証実験の現状：広域ワークロードシフト（ I ）

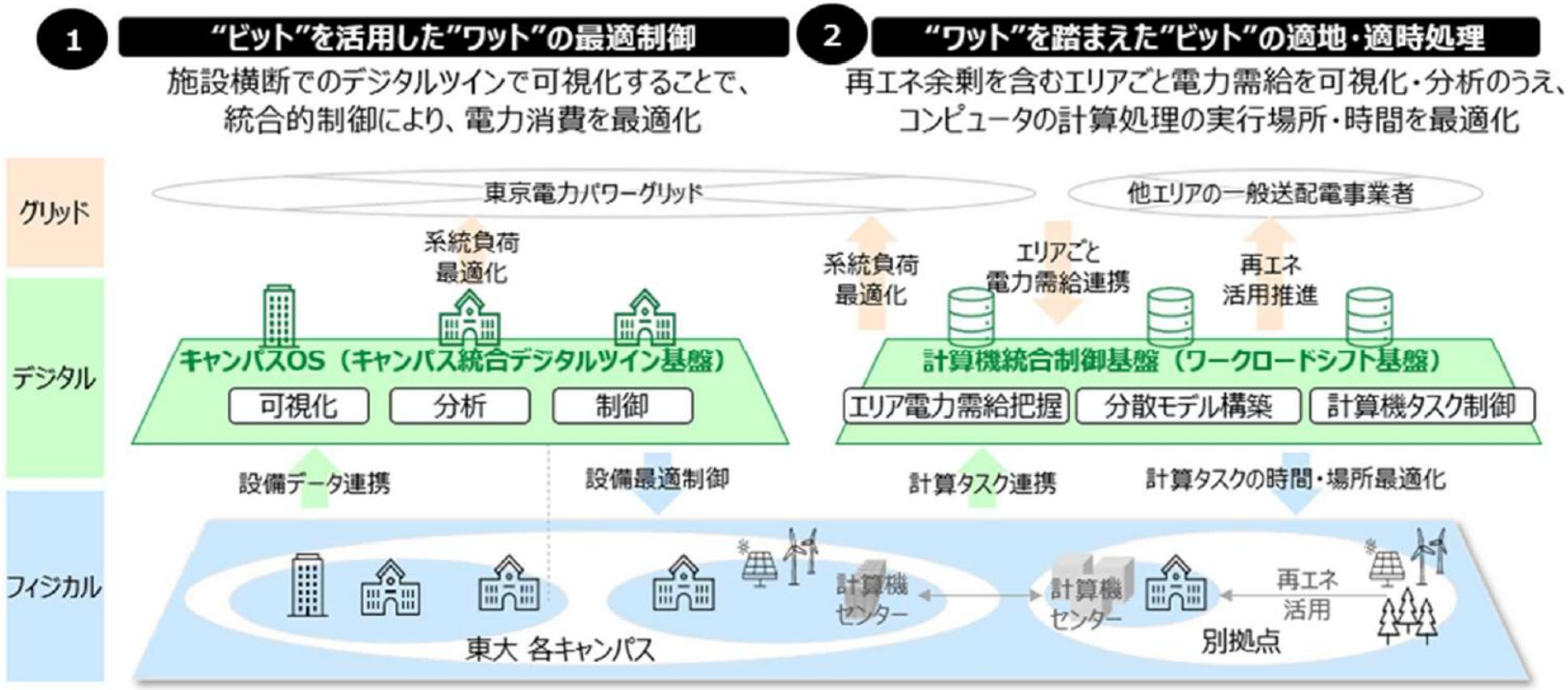
- 2025年8月・11月の実証実験概要（北大と共同研究しているMESH-Xが実施）：
  - 構成：東大情報基盤センター（柏・mdx I）<-> 北大情報基盤センター間をSINETで接続
  - 仕組み：JEPX（日本卸電力取引所）の北海道・東京エリア価格をリアルタイム参照
  - 対象：AI推論タスクを再エネ余剰で電力価格が安価な地域へ動的転送



2026年1月 ワット・ビット・コネクトフォーラム 東大田浦教授資料より

5. GXへの貢献：東大におけるGX推進への貢献

- 東大GX戦略推進センターとの連携



2026年1月 ワット・ビット・コネクトフォーラム 東大田浦教授資料より