

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

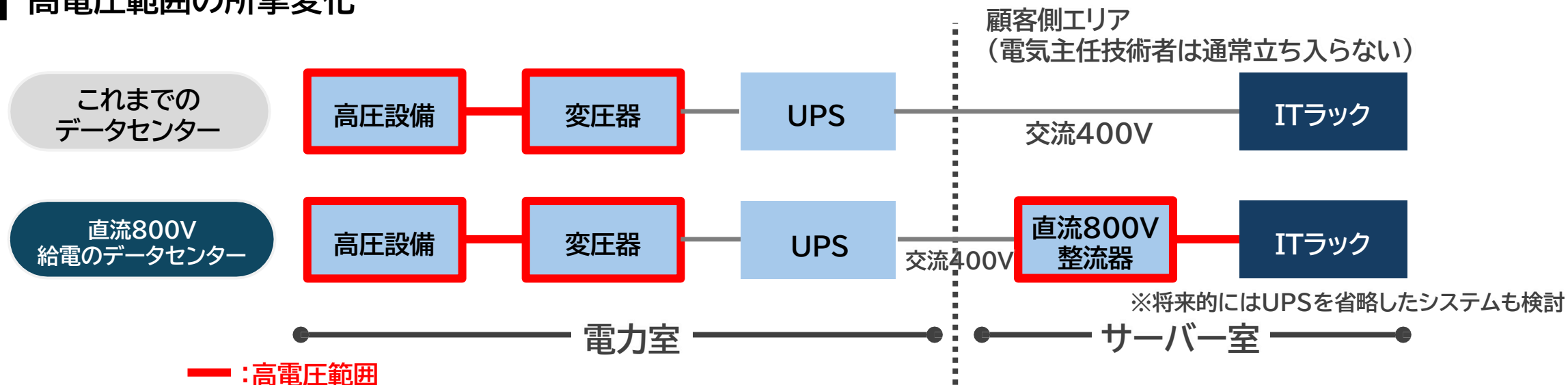
→ 停電時(日本ではほとんどない)と定期点検時のみ。

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

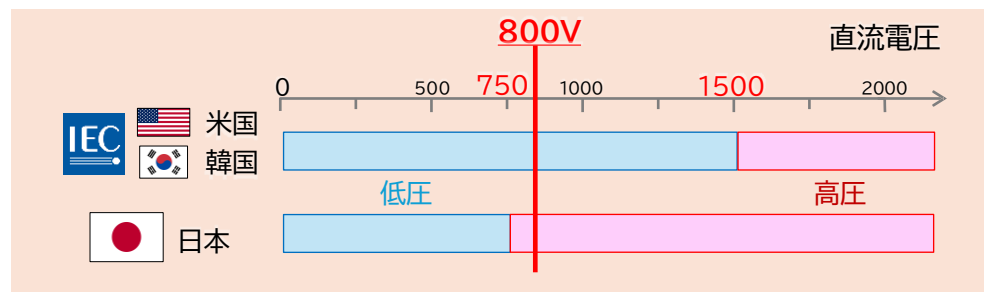
直流800V給電 国内導入時の課題

■ 高電圧範囲の所掌変化



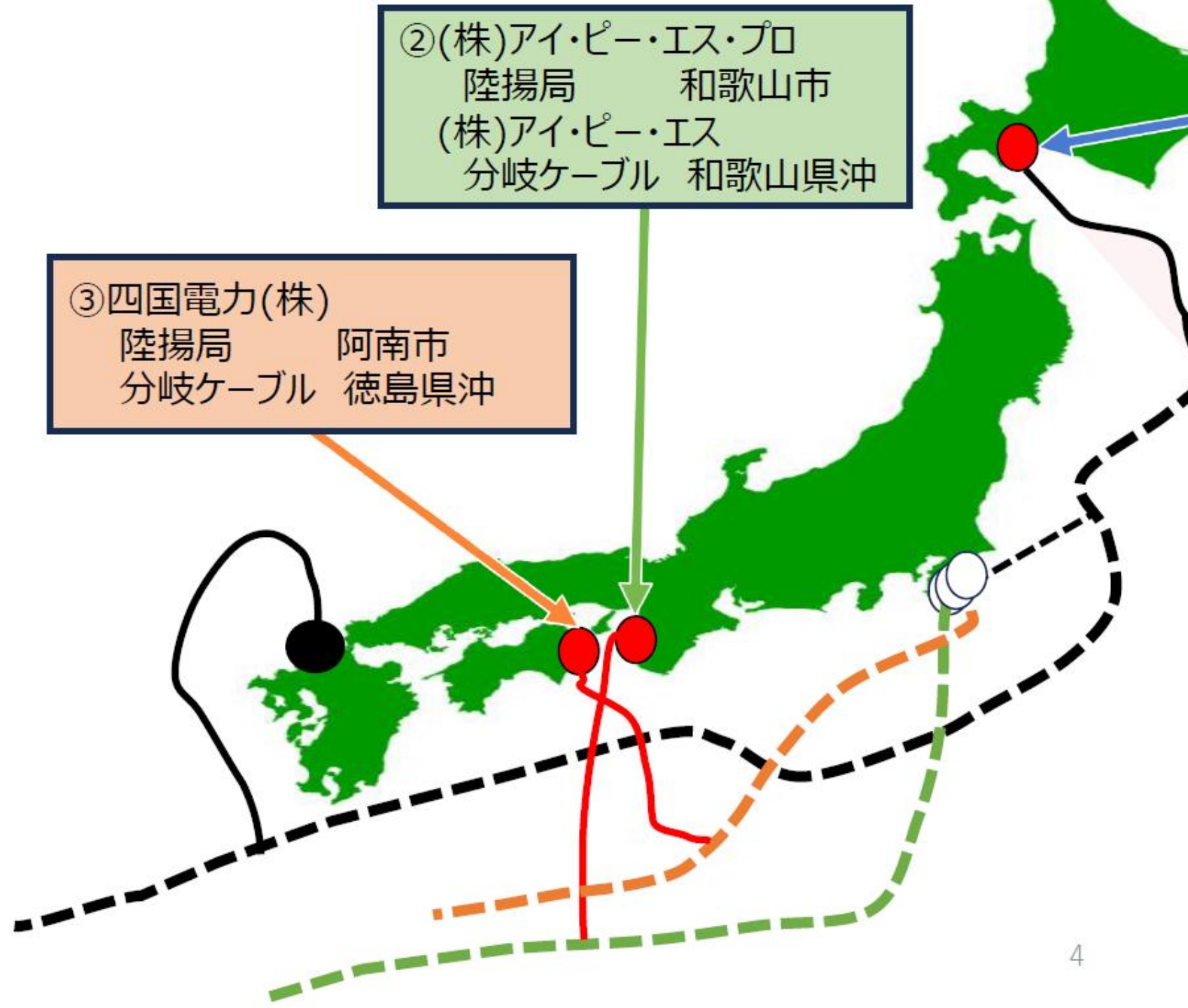
■ 法令遵守と安全対策

日本では、直流800Vは高電圧に分類



主要規格の電圧区分

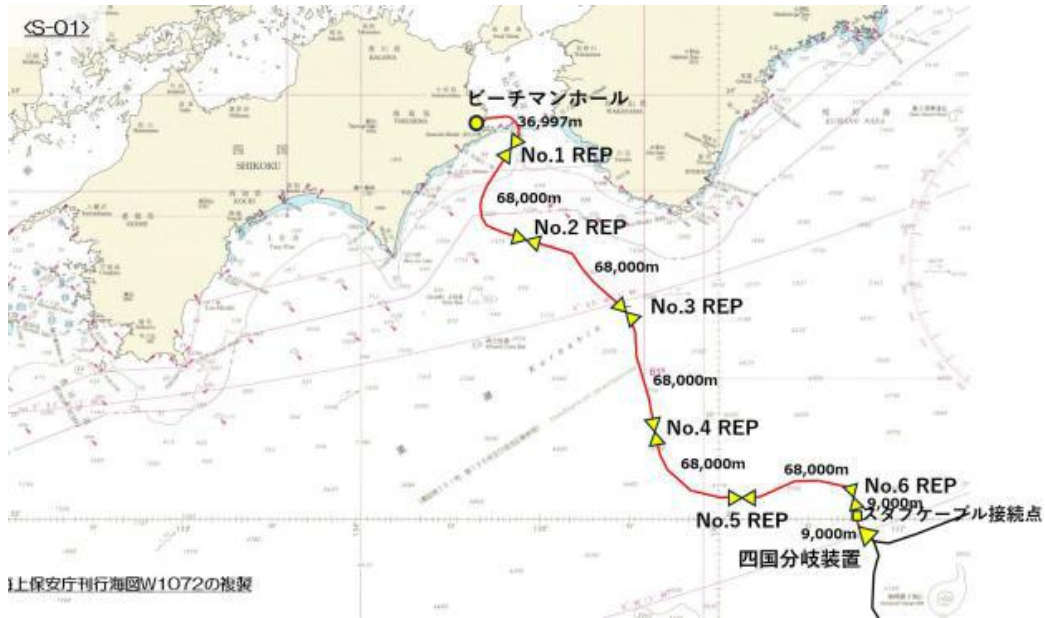
サーバ室内に高圧設備が導入されることになるため、感電対策・アーク対策などの安全対策を講じる必要有り規制緩和の検討も



和歌山市 CANDLEへ接続 by IPS 20T



徳島県 阿南市 AUG-Eastへ接続 by 四国電力 23T



hang
항

3系統 陸上ケーブル
＋
海底ケーブル仕様線



3

2

1

(3) データセンター／海底ケーブル等

11

整備方針

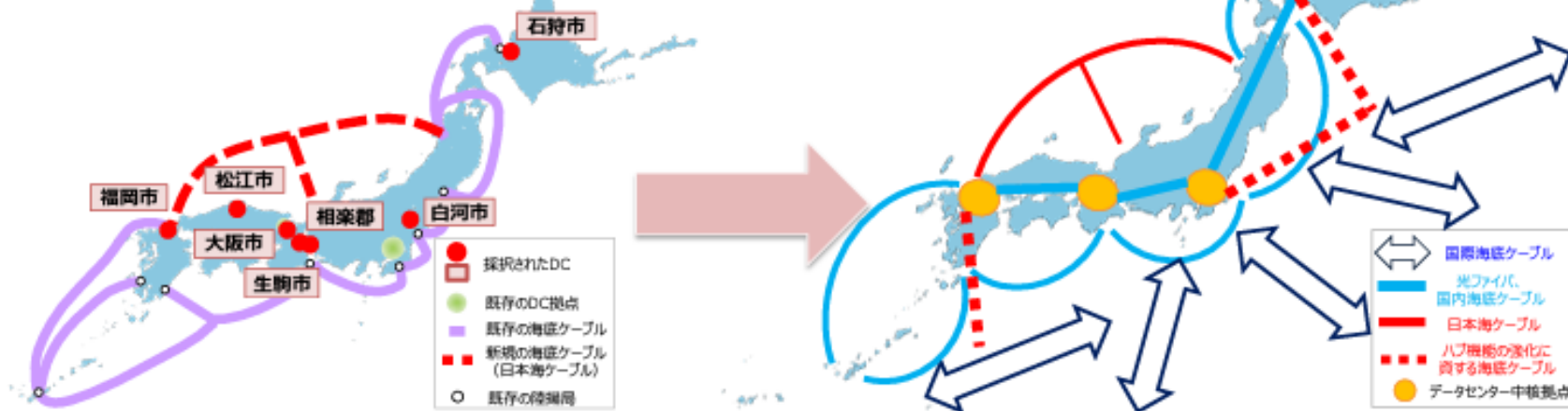
1 データセンター

- 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

整備方針

1 データセンター

- 経済産業省
再生可能エネルギー
- 当面は、北
- 有識者会
視しつつ、国

2 海底ケーブル

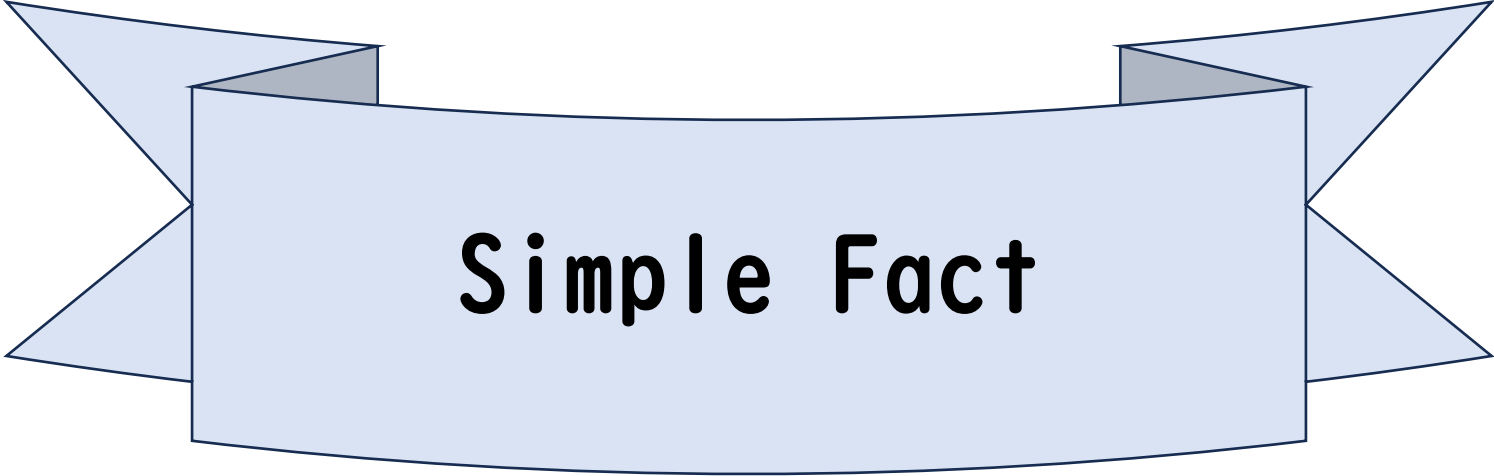
- 2026年度
- 国際的な
- 国際海底

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**





Simple Fact

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

Material
(**M**olecule)

電流

Electricity
(**P**ower/**W**att)

情流

Digital bit
(**D**igital **F**unction)

Cost x0000 : x00 : 1

分子(物流)

ワット(電流)

ビット(情流)

	質量(g)	電子を1とすると
陽子/中性子	1.673×10^{-24}	1,840 ($=1.8 \times 10^{-3}$)
電子	9.109×10^{-28}	1
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(空气中)	3×10^5	3×10^8	30 million
(光ファイバー中)	2×10^5	2×10^8	20 million

分子(物流)

陽子/中性子

質量(g)
 1.673×10^{-24}

電子を1とすると
 $1,840 (=1.8 \times 10^{-3})$

ワット

電子

9.109×10^{-28}

ビット

光子

3.8×10^{-51}

4

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

物流 音 新

正規化

30

8.3

電 (ele

電磁波(空気中)

3×10^{-5}

3×10^{-5}

1/7.5M
30 million

(光ファイバー中)

2×10^5

2×10^8

20 million

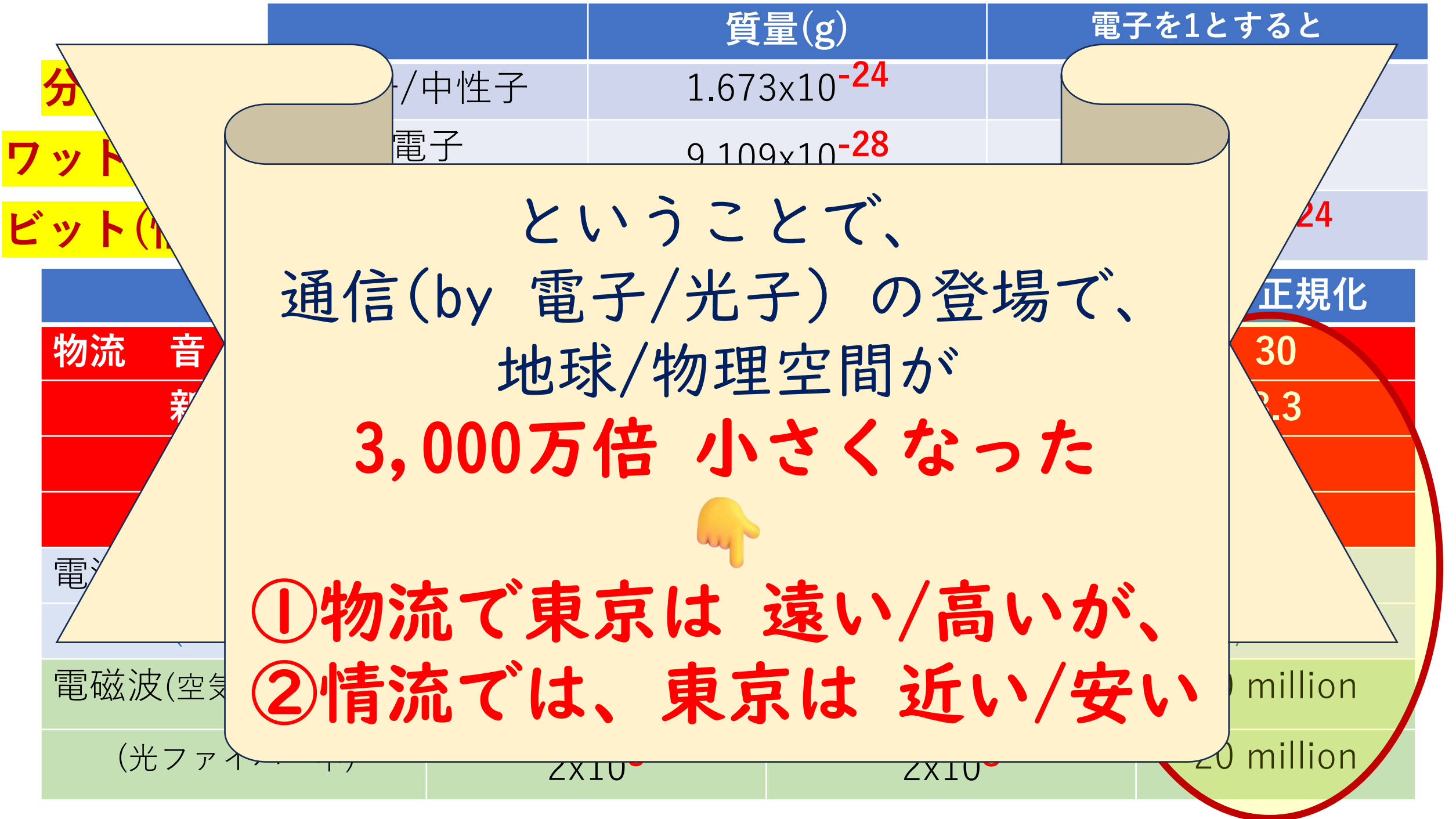
分子(物流)

ワット(電流)

ビット(情流)

	質量(g)	電子を1とすると
陽子/中性子	1.673×10^{-24}	1,840 ($=1.8 \times 10^{-3}$)
電子	9.109×10^{-28}	1
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(空气中)	3×10^5	3×10^8	30 million
(光ファイバー中)	2×10^5	2×10^8	20 million



経済の主力基盤が、デジタル(情)へ

情流

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。

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～

情報
デジタル



経済の主力基盤が、デジタル(情)へ

情流

物流

物流
+
エネルギー(電)流

物理的 地政学

交通/物流
エネルギー/電力

水

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。

【土地の拡張】

物流、上下水、防衛
～Sharing Economy～

情報
デジタル

デジタル的
地政学

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

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

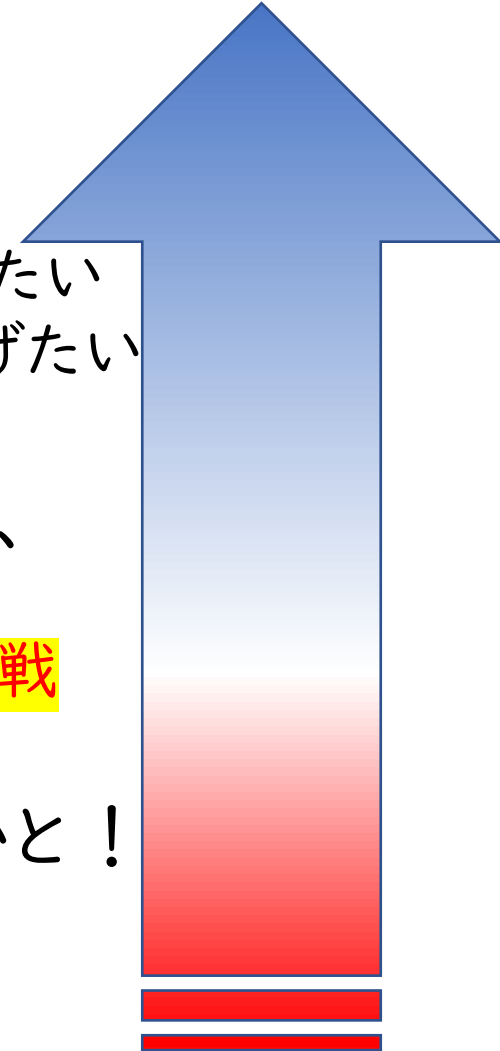
電力xデジタルの連携による新事業の創生
e.g., e-Japan 2.0 by Yahoo BB!

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!

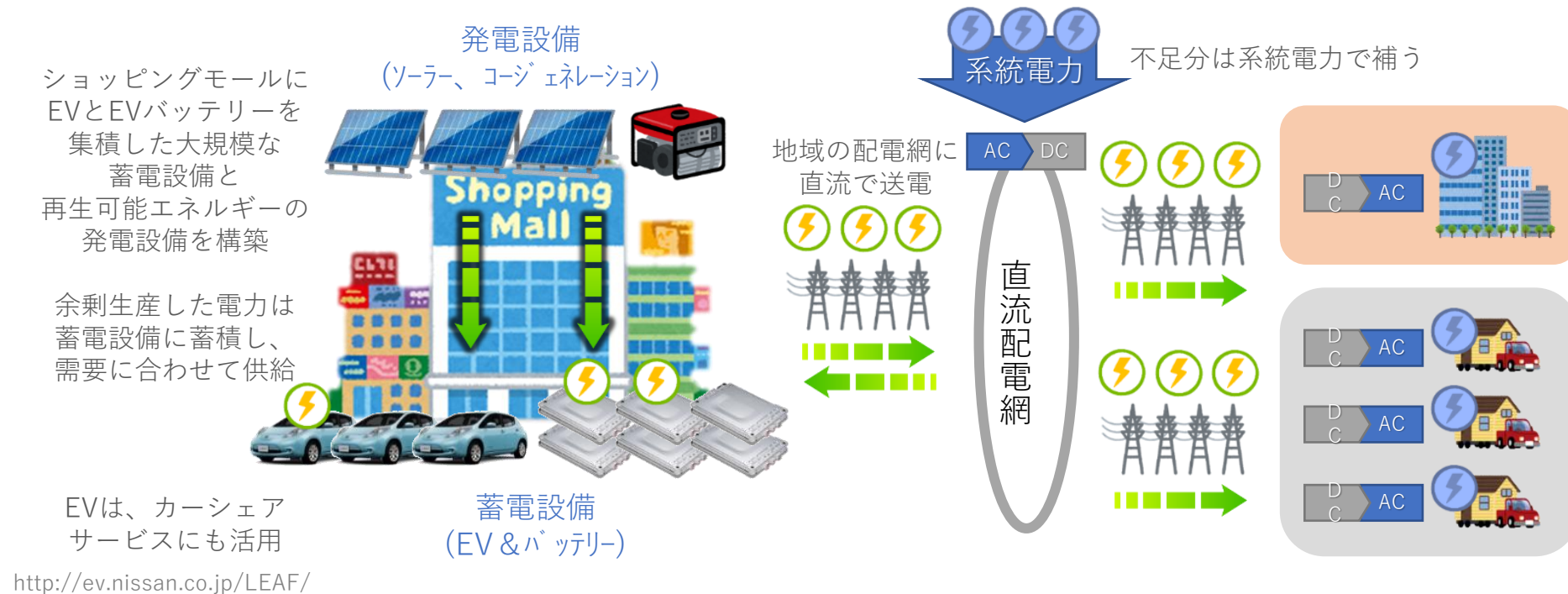
【利益率】



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

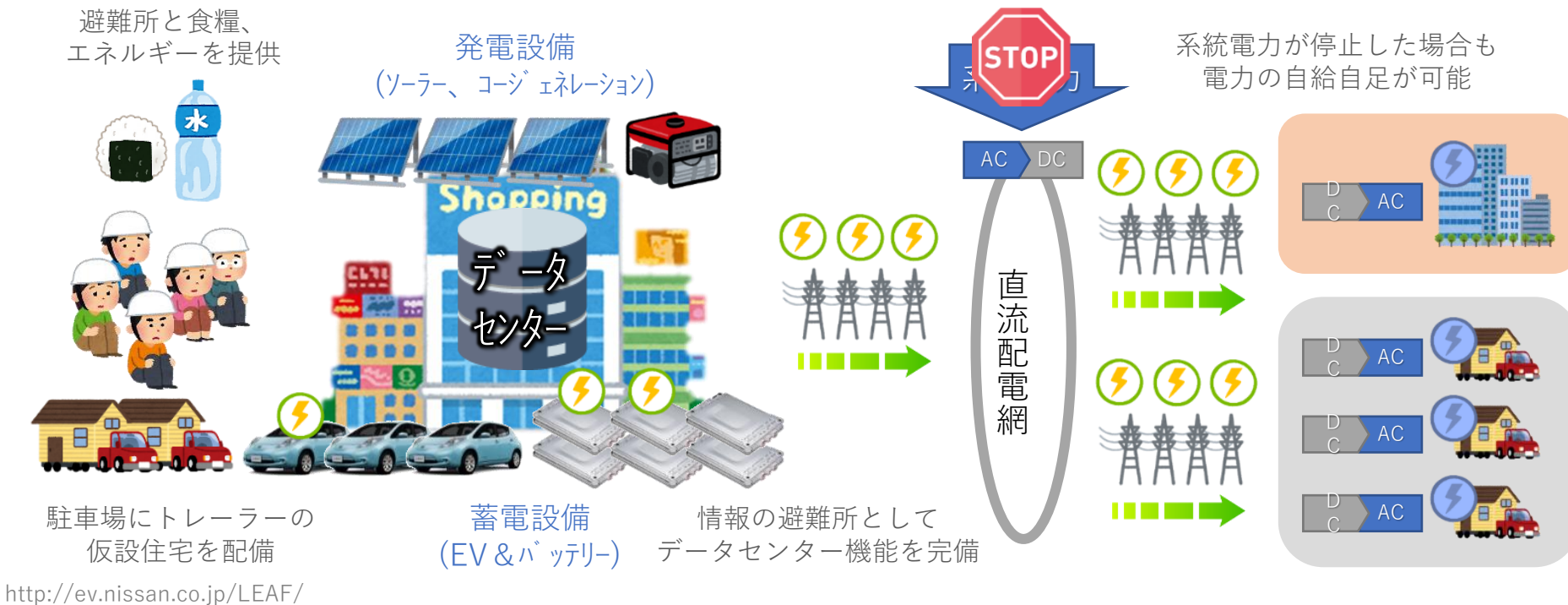
T-Village Energy ～ エネルギーシステム

- 「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



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



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	■取組の実施地域	大阪府(大阪市西区)
■業種	卸売業、小売業	■取組関連 URL	http://osakadomecity-aeonmall.com/s-tatic/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。
- 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。



【イオン大阪モールドームシティの外観】

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



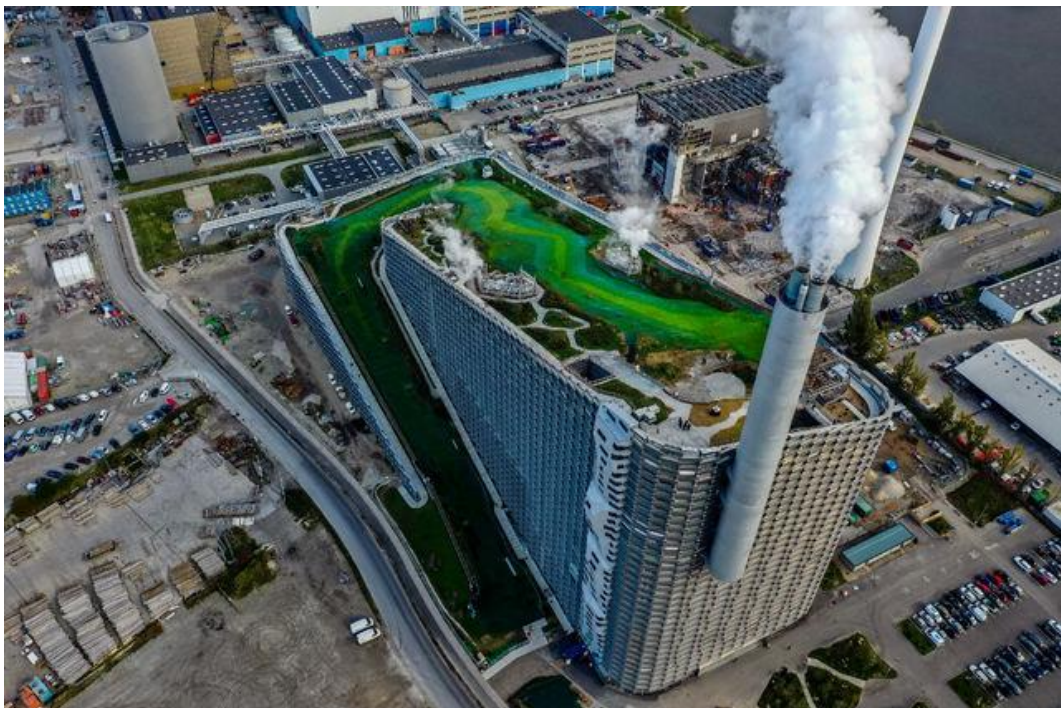
祈禱室



投票所の設置



ワクチン接種会場



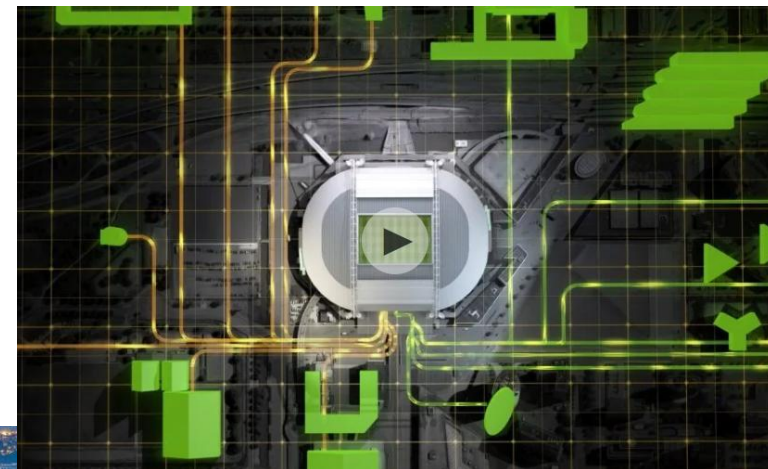
<https://www.copenhill.dk/en>

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

市街地

研究施設エリア

研究施設
イノベーション促進や
ネットワーキングの構築を図る

データセンター

変電・蓄電施設

生産施設エリア

加工工場
雇用創出と地場産商品・木材の加工

温浴施設
データセンター廃熱を利用した
リラクゼーション施設

公共施設エリア

公共交通
AI技術を利用した無人自動運転システム

アリーナ
日常スポーツや中小規模の大会を開催

養殖・農業エリア

陸上養殖プラント
DC排熱による
水温調整を用いた養殖プラント

宿泊施設
外部コミュニティ利用者の拠点

親水エリア
宿泊者がリフレッシュできる親水空間

宿泊・商業施設エリア

足湯
DCの廃熱を利用した、無料の足湯

商業施設(カフェ・レストランなど)
周辺地域のと観光客・研究者の交流拠点

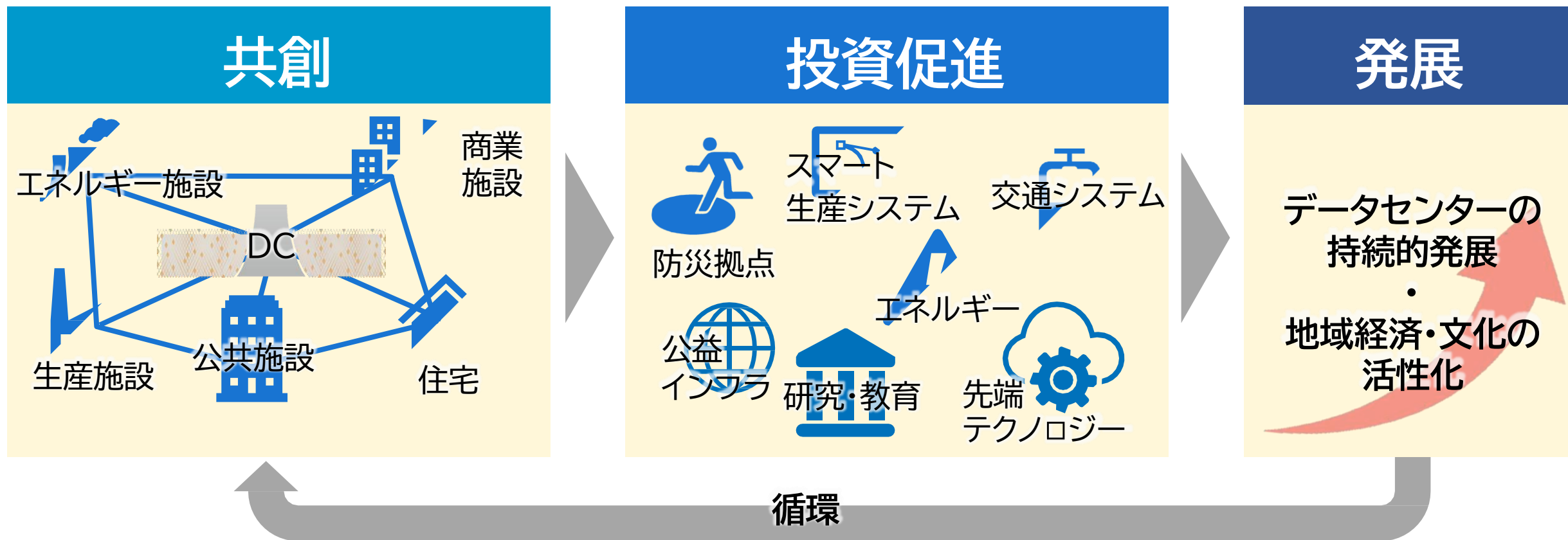
道の駅
近隣農作物や地場産商品の販売

ビニールハウス
DCの排熱を利用して農作物を栽培

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。

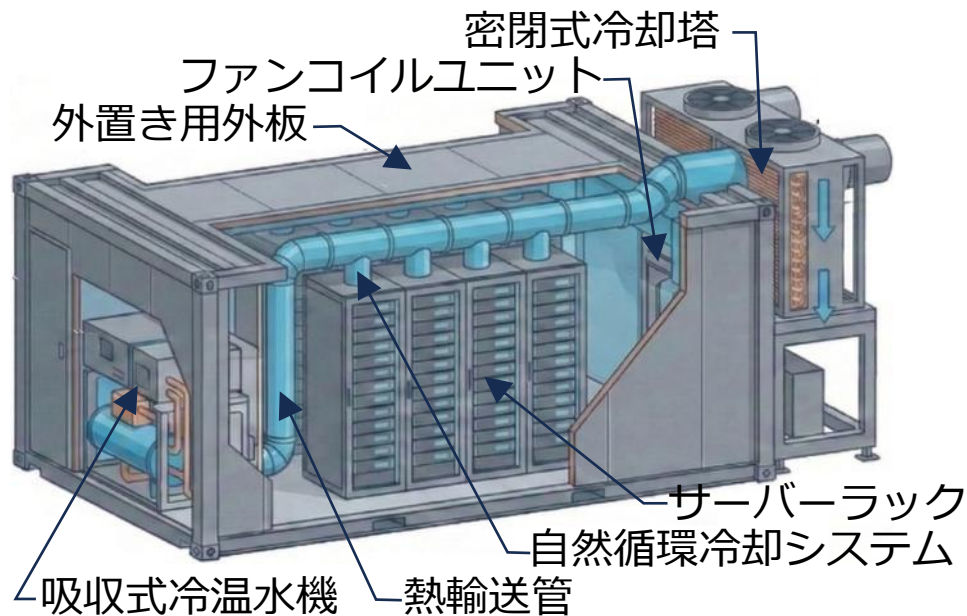


4 Podのご提案(WaBiCo Pod)

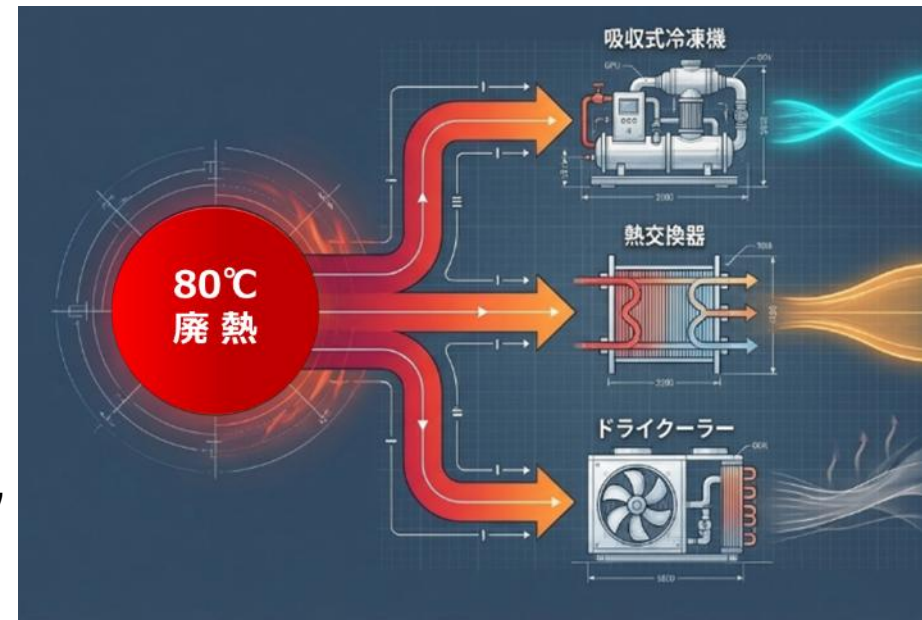
【資料】 MESH-X社/東京電力 経営技術戦略研究所 矢嶋健史氏

次世代技術WaBiCoとそれを用いたPodを提案する

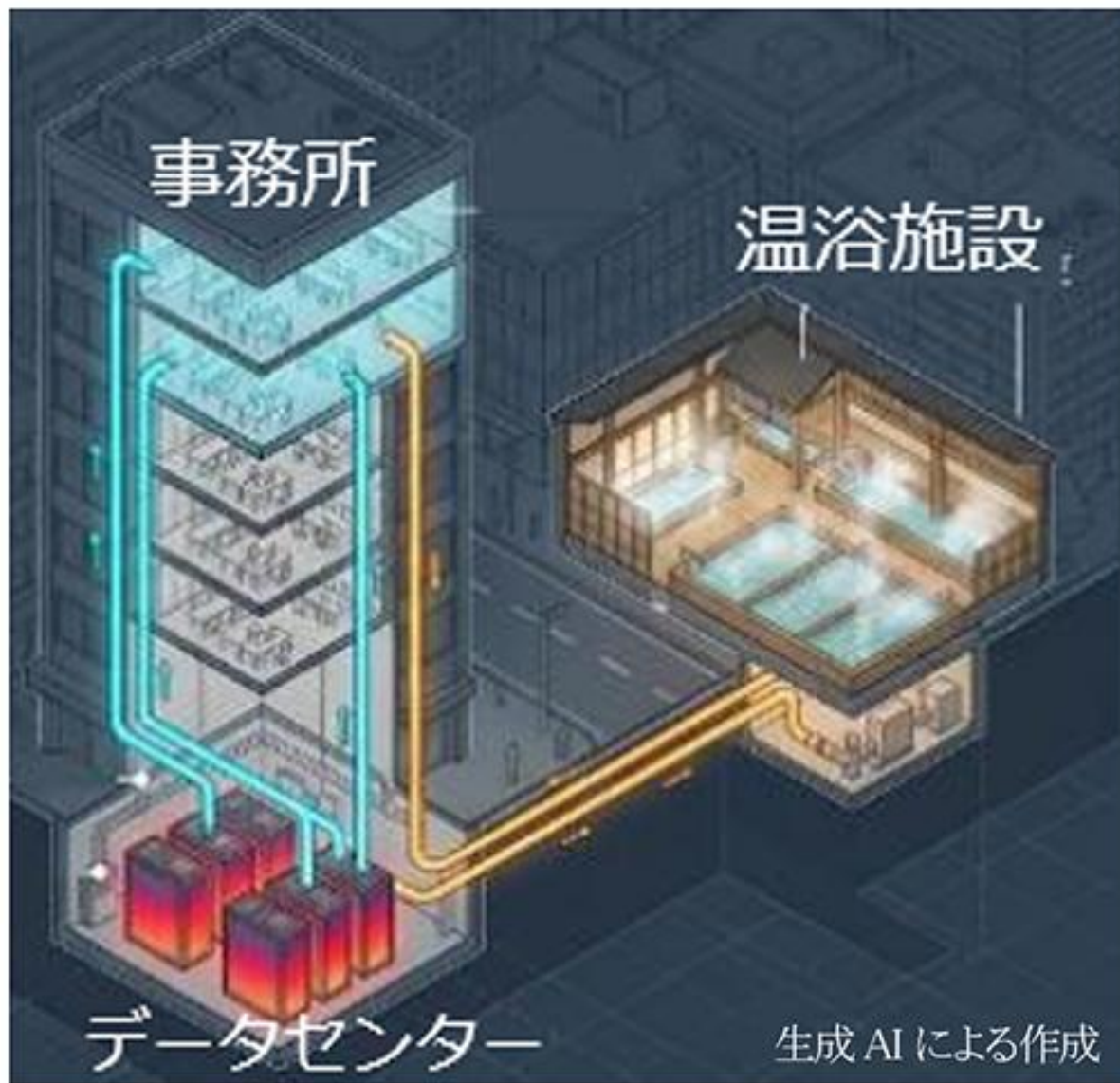
- ・ WaBiCoの語源は電力 (Watt) と計算 (Bitt) に熱算併給 (Cogeneration) を加えた技術
- ・ 高温となるサーバを水の蒸発で効率的に冷却するとともに、廃熱を通常より高温で取り出すことで効果的な活用が可能
- ・ WaBiCo Podはサーバーラック、自然循環冷却、廃熱回収システム、吸収式冷温水機で構成



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 矢瀧健史氏

【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

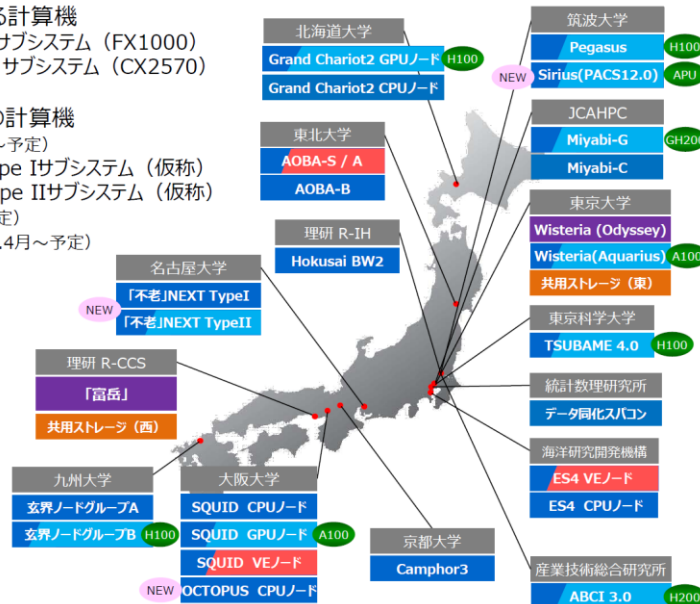
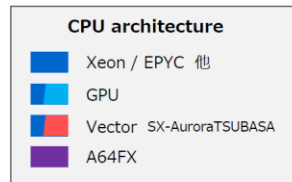
2. 系統用 大容量蓄電池 with DC

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)

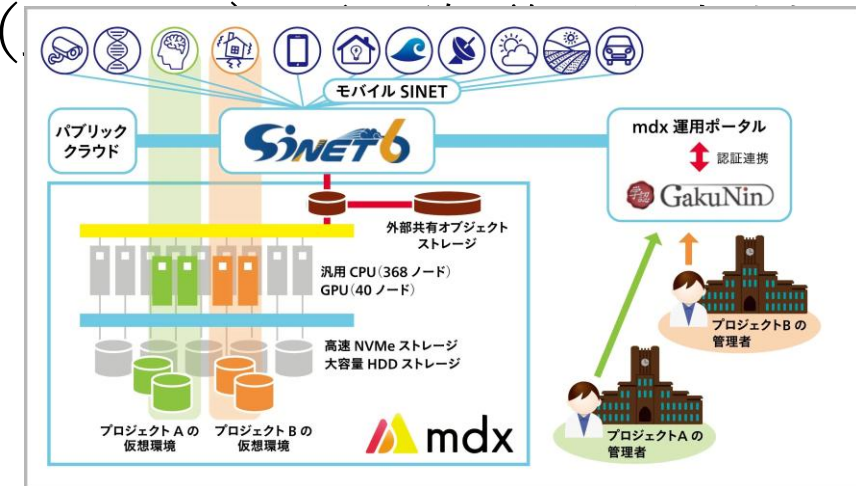
2026年度HPCI共用計算機資源

- 2025年度で提供終了する計算機
 - 名古屋大学 「不老」Type I サブシステム (FX1000)
 - 「不老」Type II サブシステム (CX2570)
- 2026年度から提供予定の計算機
 - 筑波大学 Sirius (2026.4月~予定)
 - 名古屋大学 「不老」NEXT Type I サブシステム (仮称)
 - 「不老」NEXT Type II サブシステム (仮称) (2026.10月~予定)
 - 大阪大学 OCTOPUS (2026.4月~予定)



ネットワーク基盤: 学術情報ネットワーク (SINET 6) を利用

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



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

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



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

