

グリーンな計算資源を 積極的に利用する取り組み

2024/10/11

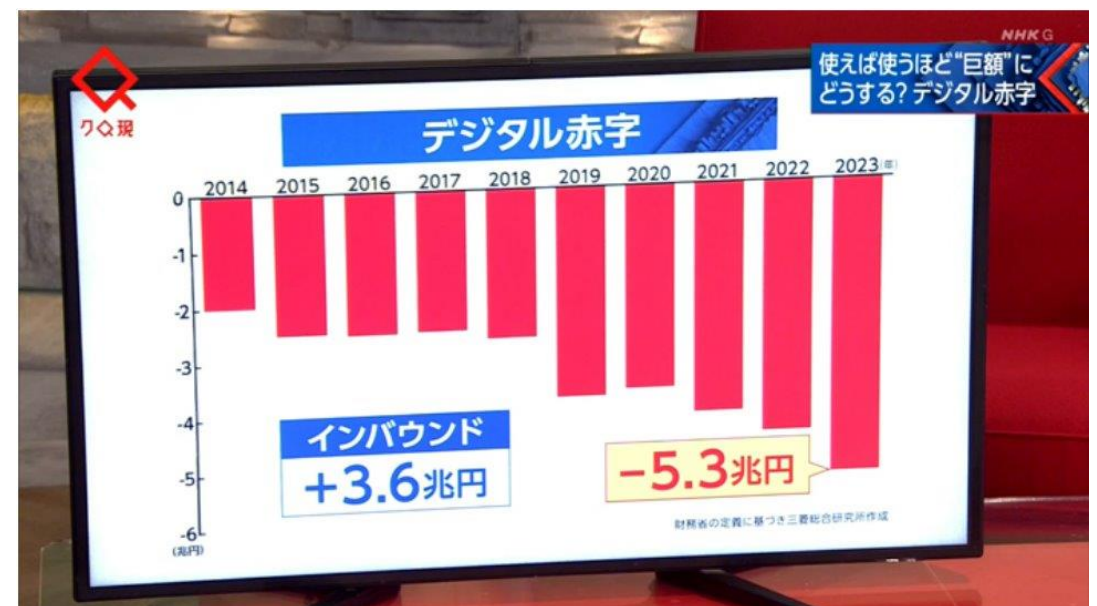
トヨタ自動車株式会社
情報システム本部 情報通信企画部
InfoTech-IS E2Eコンピューティンググループ
グループ長 阿部 博

自己紹介

- 氏名
 - 阿部 博
 - 博士（情報科学）
- 所属
 - トヨタ自動車株式会社 情報システム本部情報通信企画部 InfoTech-IS
 - E2Eコンピューティンググループ グループ長
- 業務領域
 - GPU計算基盤企画推進
 - グリーンエネルギー利用の効率化
 - 分散コンピューティング基盤

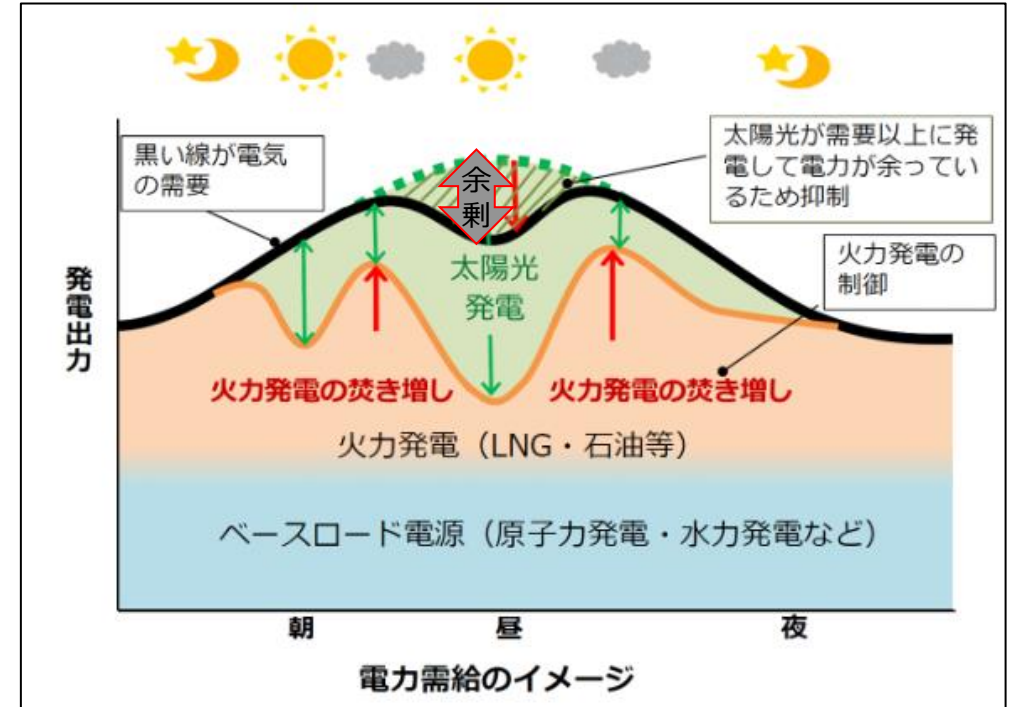
背景

- データセンター需要、半導体、AIの利用などで電力消費が増加
→ **再エネの豊富な地域**で計算資源の確保したい
- デジタル赤字という問題（経済安全保障）
→ 海外IT企業への富の流出を防ぐための**国内インフラの活用**



再エネ利活用の課題

- 最も導入が進む太陽光発電
 - 日本各地で発電ポテンシャルあり
 - コストダウンが進み、安価な電力に
- 太陽光発電は季節変動性あり
 - 天候に左右される
 - 需要よりも発電すると余剰になる
 - 電力会社の取組だけでは、
電力需給バランスをとるのが困難
- 再エネが多く生み出される地域に必ずしも
高帯域なネットワークが存在しない



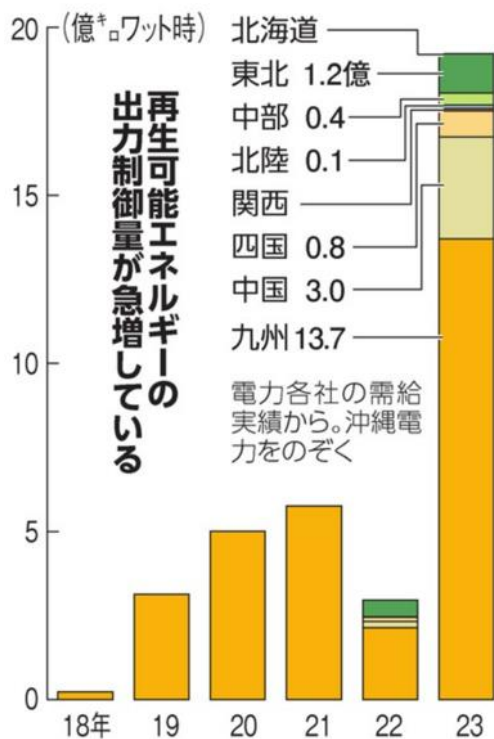
[経産省、「スペシャルコンテンツ」再エネの大量導入に向けて ～「系統制約」問題と対策]

国内のグリーンな電力使用へのトライ

・グリーンな地域での計算資源確保

九州：再エネの余剰（ムダ）が年々増加

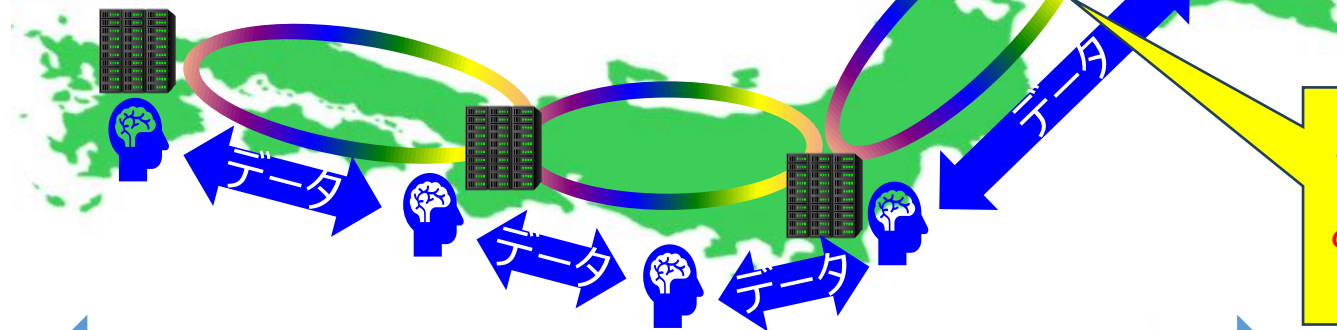
九州デジタルインフラフォーラム



出典) 朝日新聞

九州エリアの年間13.7億キロワット時は、156MW=500EFLOPS相当の出力※

※ NVIDIA DGX H100 の場合



地域の再エネを活用した地産地消の分散コンピューティング基盤

北海道：風力+冷却も容易

北海道ニュートピアデータセンター研究会

ユーラス、北海道で31年にも最大級風力 AI電力需要照準

資源エネルギー +フォローする
2024年5月21日 10:31 (会員登録記事)

保存

豊田通商子会社に風力発電国内最大手のユーラスエナジーホールディングス（東京・港）は、北海道北部で国内最大級の陸上風力発電事業に乗り出す。総出力は165万キロワットで2031年ごろから稼働させる。生成AI（人工知能）で需要が高（DC）を誘致し、再生可能エネルギー電力を地産地消する体制

出典) 日経新聞

国内での低遅延・高帯域なネットワークとしてのNTT IOWNへの期待

北海道ニュートピアデータセンター研究会

- <https://nutopia-hokkaido.org/>
- トヨタは会員として加入



北海道ニュートピアデータセンター研究会

設立趣意書 北海道データセンター計画 組織概要 入会申し込み お問い合わせ English

北海道データセンター集中化への期待が高まっています

- 我が国のデータの2極(東京・大阪)集中解消
- 北極海の氷融解
- 自然エネルギーの利用

ユーラスエナジー

- <https://www.eurus-energy.com/>
- 豊田通商100%子会社



ユーラス宗谷岬ウインドファーム

- 所在地：稚内市
 - <https://www.eurus-energy.com/project/project-jp/376/>
 - 設備容量：57,000kW
 - 運転開始：2005/11
- 北海道北部風力送電株式会社
 - <https://www.hokubusouden.com/>
 - 北海道北部における風力発電のための送電網 & 送電事業
 - 大規模蓄電設備
- 再エネの有効利用に関するPoCを実施予定
 - まずは実験ネットワークを稚内に延伸中

巨大な風車のブレード



大規模蓄電設備



送電網



コンテナDCを使った分散システム実証

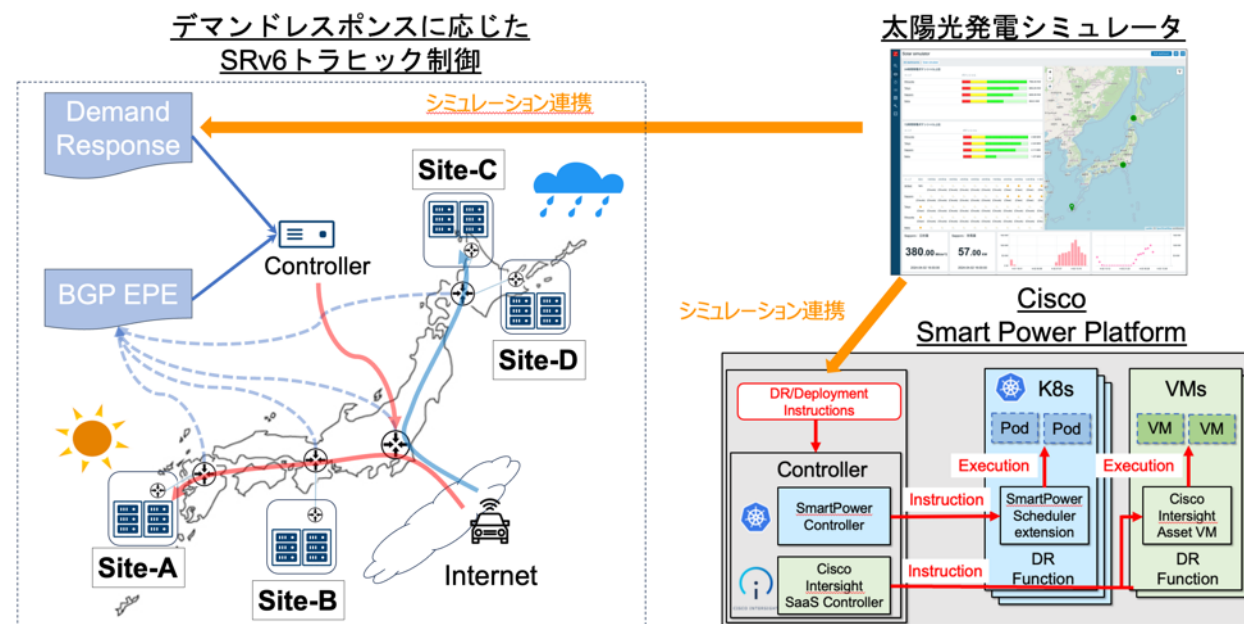
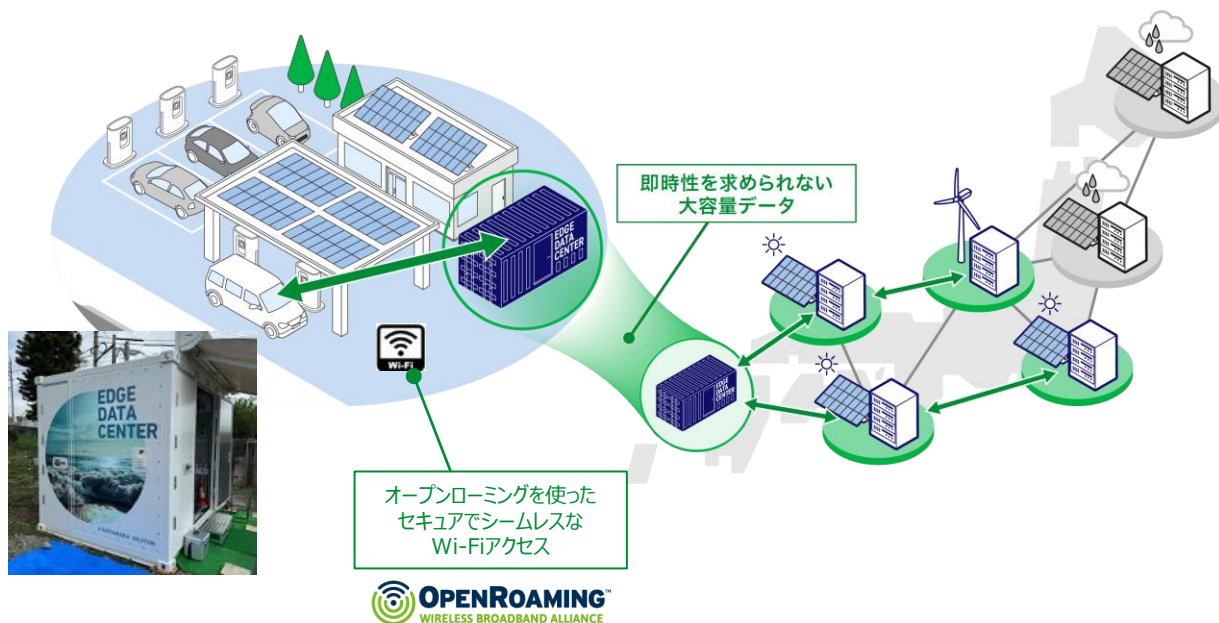
• KDDI&Cisco協業でのコンテナ型DC実証実験（AEECCでの協業）

全国複数拠点を接続する実験網の構築

- InfoTechが保持する実験ネットワーク
- 大手町、多摩、東富士、石狩、沖縄を接続

太陽光発電シミュレータと連動した2つのシナリオ

- Cisco InterSightを使った計算資源の分散制御
- SRv6を使ったネットワークの捻じ曲げ



AECCって何？

- Automotive Edge Computing Consortium

- <https://aecc.org/>



AECC デモイベント in 東京 (2024年4月)



デモの様子 (満員御礼!)



トヨタからデモ**12件**を出展
(来場者の投票で2件が受賞)



授賞式の様子

- トヨタが参加する目的

- コネクティッド領域の研究開発を加速するには、**オープンイノベーションによる社外知見の取り込みの加速**
- AECCで**企業間連携をリード**し、コネクティッド基盤のベストプラクティスを迅速に策定

4月
デモ一覧:

D1	Towards Safe Mobility	KDDI, Toyota Motor Corporation	安全支援
D2	Cooperation for Automation	Toyota Motor North America	
D3	Hierarchical Edge AI	Toyota Motor Corporation, Techno-Accel Networks Corporation	エッジ
D4	Traffic Steering to Optimal Edge Servers	Toyota Motor Corporation, KDDI, Oracle	
D5	Energy-Efficient Multi-Tier Edge Simulation	KDDI, Toyota Motor Corporation	クルマ通信
D6	Multi-LLM Voice-Interactive AI System	Toyota Motor Corporation	
D7	Green Connected Platform Field Trial	Toyota Motor Corporation, KDDI, Cisco	マルチパス通信
D8	Service-Oriented Vehicle Diagnostics (SOVD)	Toyota Motor Corporation, Denso Corporation, Vector Japan Co., LTD.	
D9	Packet Counter in Network Access Device	KDDI	
D10	Inter-Vehicle Edge Cloud over Wi-Fi Aware	Toyota Motor Corporation, Denso Corporation	
D11	Vehicle Teleoperation in Immersive Digital Twin	Toyota Motor Corporation, Toyota Central R&D Labs	
D12	Next Generation of 5G & API Enabled Cars	Ericsson, Toyota Motor Corporation	
D13	Dynamic Slice Switching via Telco API	KDDI, Toyota Motor Corporation	
D14	Robust Vehicle-to-Cloud Communication	Toyota Motor Corporation	

新メンバが続々と
AECCへ加入:



SORACOM



液浸サーバ実験@沖縄 (KDDI協業)

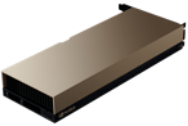


- コンテナDCにおける液浸冷却実験
 - なぜ沖縄？：高温多湿なASEAN環境を想定
 - 冷却液の浴槽にサーバ丸ごと浸して冷却
 - サーバ全体から直接発熱を除くため、高い冷却性能とエネルギー効率を実現
 - PUE 1.1~1.0程度の性能が期待される
 - **NVIDIA H100を沈める実証**



沖縄コンテナでのNVIDIA H100評価

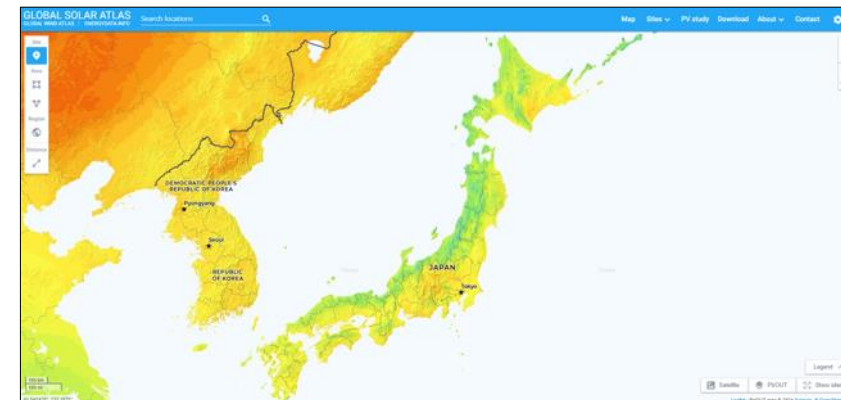
- ローカルLLMであるLoRA(Low-Rank Adaptation)による追加学習
 - 事前学習モデル：elyza/ELYZA-japanese-Llama-2-7b-instruct
 - 学習観点：H100は高性能
 - 推論観点：H100, A100の性能差は低い
追加学習によりJetsonでも改善可能
 - 分散拠点で追加学習を行うには十分な性能**

※比率ベース

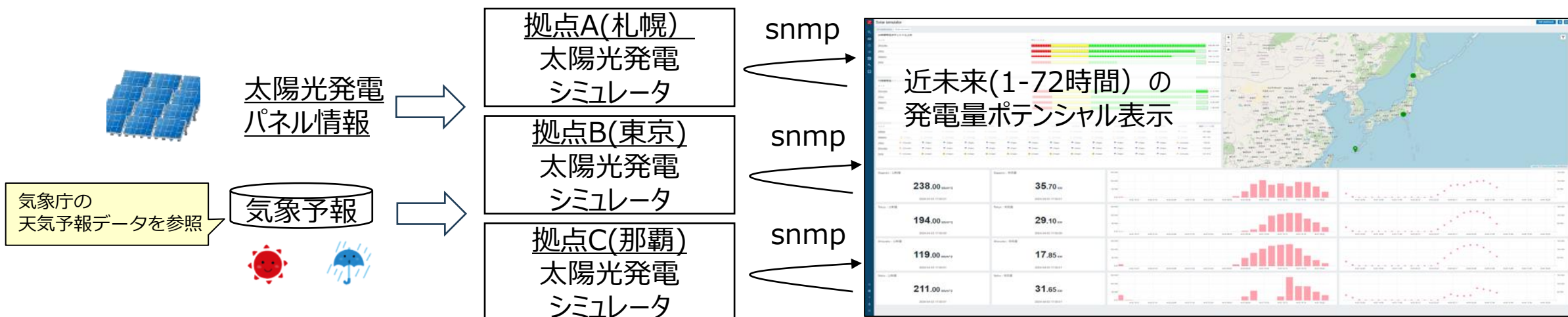
GPU種別	H100	A100	Jetson
			
参考) 整数演算能力	3026TOPS	624TOPS	275TOPS
学習時間※	0.7	1	14
推論時間※	0.8	1	9.5
推論時間(追加学習)※	1	1	2.5

太陽光効率利用のための発電シミュレータ

- いつ、どこで、どの程度の発電ポテンシャルがあるかを、シミュレーションベースで見える化
 - 太陽光発電に**適切な場所**はどこになるか
 - 特に、直近の天気^{に左右されるため}、数時間から数日の時間軸でどの程度の**発電ポテンシャル**があるか
- 直近の天気予報に連動した発電状況をシミュレーションベースで**可視化**

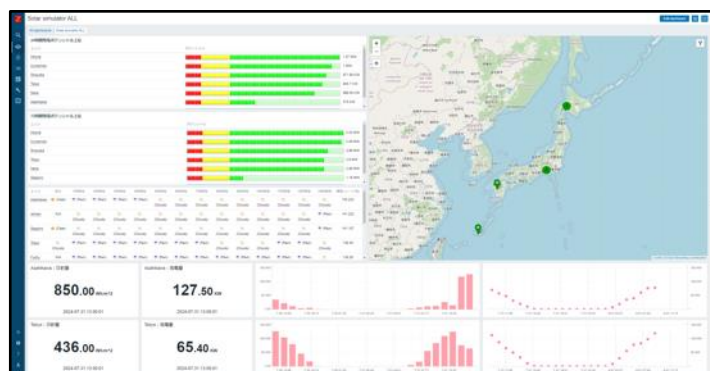


日本各地の日射量の統計情報
[global solar atlas, <https://globalsolaratlas.info/map>]



発電量予測による計算資源の制御実験

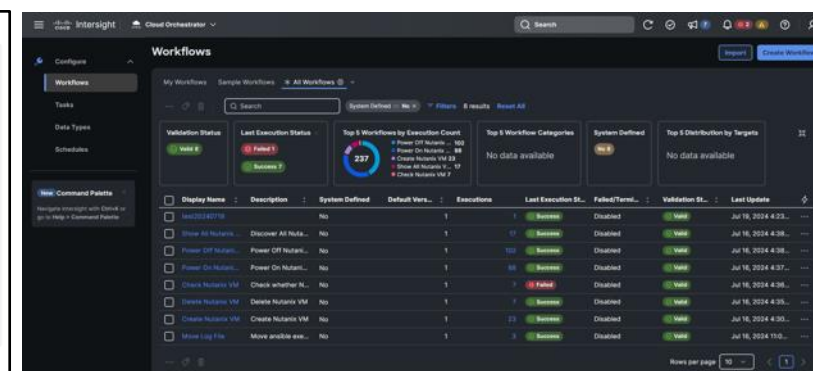
- 発電予測量が多い時間帯/拠点で、その拠点の計算資源を追加
- 利用可能な余剰電力を活用し、追加の計算能力を提供可能



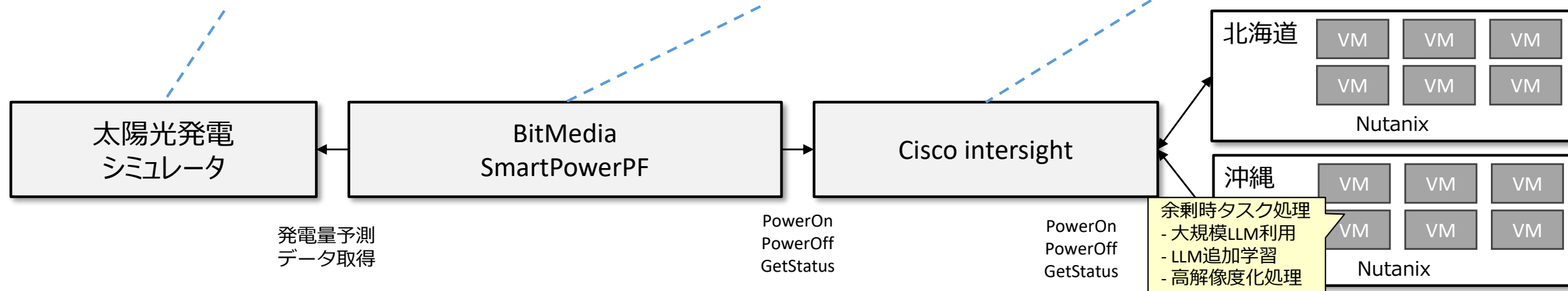
各拠点の発電予測量



各拠点の発電予測量をもとに、制御指示



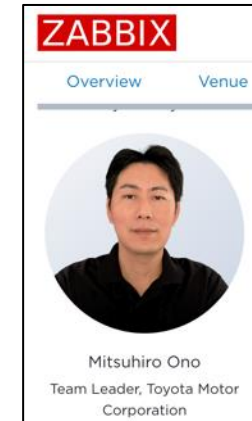
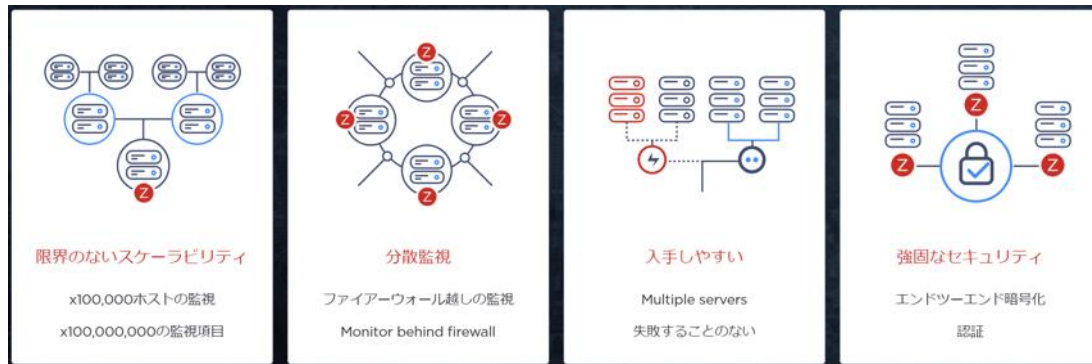
各拠点の計算資源を制御



OSS監視技術の手の内化

- Zabbix : <https://www.zabbix.com/jp>
 - 世界的に有名な統合監視OSS
 - 広域分散監視や冗長化、他システム連携が実現可能
 - **太陽光発電シミュレータのダッシュボード**として利用
 - 入力・計算済みデータをKafkaを経由し他のシステムへ分配する仕組みも提供

2024年はトヨタから大野が発表者



- 昨年度よりZabbixの主要イベント(Zabbix Summit, Zabbix Conference Japan)にトヨタ社員は登壇者として参加

https://www.zabbix.com/events/zabbix_summit_2024

さらなるグリーン技術の模索

- コンテナ型DC
 - GPUサーバの高密度積載
- DLC(Direct Liquid Cooling)
 - GPUの直接冷却

まとめ

- 国内拠点のグリーンな計算資源の積極利用へのトライ
 - 各地域の再エネを活用した**地産地消の分散コンピューティング基盤**の実現に向けて取組中
 - KDDI&Cisco協業でのコンテナ型DC実証実験（北海道、沖縄）
 - 全国複数拠点を接続する実験ネットワーク網の構築
 - 太陽光発電量予測による各拠点での**効率的な計算資源の分散制御**
- 太陽光発電・風力発電のポテンシャルを模索
 - 豊田通商・ユーラスエナジーと連携
 - シミュレータの高度化
- 仲間募集中
 - AECCへご興味がある方は、個別にお問い合わせください

Mission

わたしたちは、幸せを量産する。

だから、ひとの幸せについて深く考える。

だから、より良いものをより安くつくる。

だから、1秒1円にこだわる。

だから、くふうと努力を惜しまない。

だから、常識と過去にとらわれない。

だから、この仕事は限りなくひろがっていく。

Vision

モビリティ

可動性を社会の可能性に変える。

不確実で多様化する世界において、

トヨタは人とモノの「可動性」=移動の量と質を上げ、

人、企業、自治体、コミュニティができることをふやす。

そして、人類と地球の持続可能な共生を実現する。

トヨタウェイ

ソフトとハードを融合し、パートナーとともに
トヨタウェイという唯一無二の価値を生み出す。

【ソフト】

よりよい社会を描くイマジネーションと
人起点の設計思想。
現地現物で本質を見極める

【ハード】

人とモノの可動性を高める装置。
パートナーと共につくるプラットフォーム。
これらをソフトによって柔軟に、
迅速に変化させていく。

【パートナー】

ともに幸せをつくる仲間（顧客、社会、
コミュニティ、社員、ステークホルダー）
を尊重し、それぞれの力を結集する。

TOYOTA