



データセンター内のサーバーを液体冷却 冷却電力の94%減を達成

KDDI株式会社 ソリューション事業本部 DX推進本部 プラットフォーム技術部
コアスタッフ 谷岡 功基

2023年6月23日



-
1. 背景と実施構成
 2. 実証実験内容
 3. 今後の取り組み



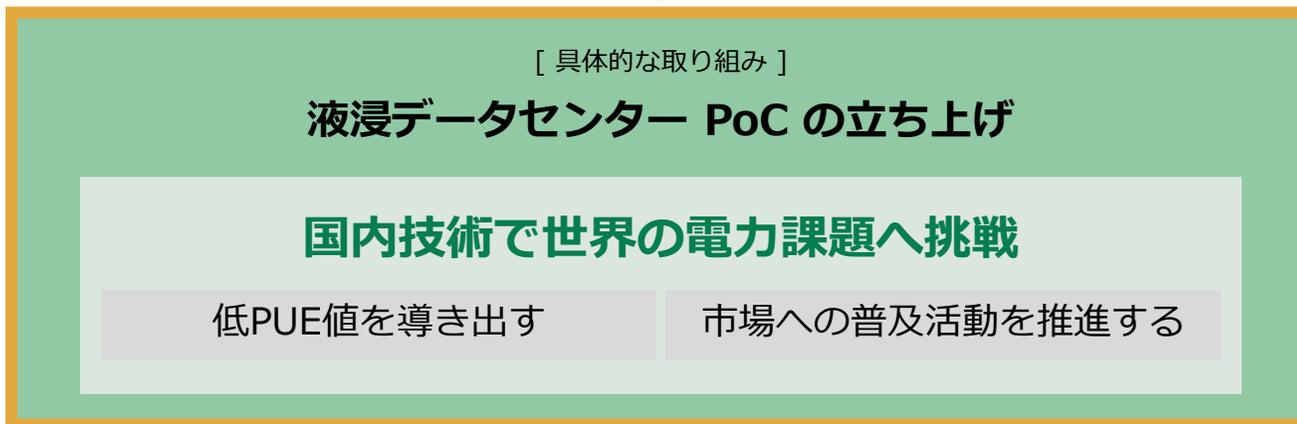
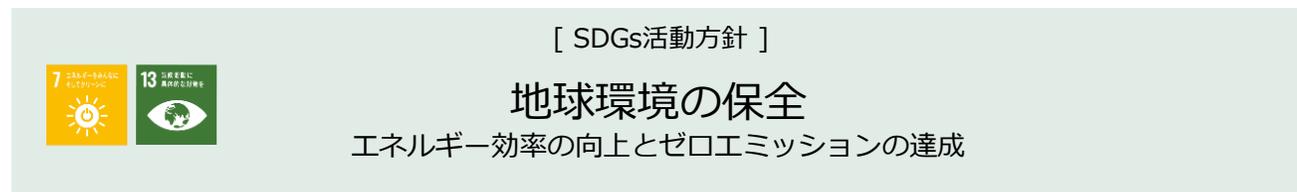
1. 背景と実施構成



液浸データセンター実証実験（PoC）の目的



KDDIは 地球を次の世代に引き継ぐことができるよう、地球環境保護を推進することがグローバル企業としての重要な責務であるにとらえ、サステナブルな地球の実現ために取り組んでいます。



As Is

To Be

場所

クラウド設備含めDC需要が高まりサーバー設備規模が急速に拡大

DC供給が追いついていない
恒常的に立架スペース不足が発生

電力

設備利用の増加に加え高い電力削減要求

既存DCの電力不足
PUE値の改善要求

排熱

GPUサーバーのような高集約/高発熱の機器需要が増加

空冷での冷却限界
排熱能力が満たせない

冷却方式に **液浸冷却技術** を活用



給電能力の低い既存のデータセンター/ネットワークセンターを活用し、高消費電力/高発熱のサーバーを導入可能とすることで、社会が抱えているエネルギー問題を、消費する立場から技術的解決に取り組む



Phase 01
2020
試作版
コンテナ型データセンター

工業技術研究院 (ITRI)
台湾

Phase 02
2021
コンテナ型データセンター

三菱重工
Yokohama Hardtech Hub

Phase 03
2022
大規模データセンター

KDDI
小山ネットワークセンター



液浸データセンターPoC Phase3の目的

Our Goal

持続可能な社会への貢献実現に向けた
次世代DCを構成する 環境配慮型の **省電力サーバー運用システム** 実現

KDDI、三菱重工、NECネットエスアイが、業界の枠を超えてそれぞれの強みを持ち寄り

- 3社協賛実証による **液浸システム** の製品化実現
- 3社協賛を最大化した社会実装サプライチェーンの構築
- ファシリティ×エネルギーの環境配慮マネジメントへの融合研究

液浸DC PoC Phase3

液浸冷却技術を活用した液浸システムのアセット確立



連携・協賛で実運用ステージへ

Phase2から培った液浸システムの事業化と市場展開、実運用へ



省電力サーバー運用システム提供

お客様の付加価値を最大化するソリューション



ゼロカーボン・CO2削減を推進する基盤として
大型DCにおける使用エネルギーの削減に寄与し
効率的にマネジメントする仕組みを統合提供

持続可能な社会
への貢献



基本方針

液浸システムの高い冷却効率の立証

高可用性の液浸システムを具現化し成立性と安定性の検証



国内での導入・保守対応の目途をつける

なにをするのか



データセンターでの
高い冷却効率の立証

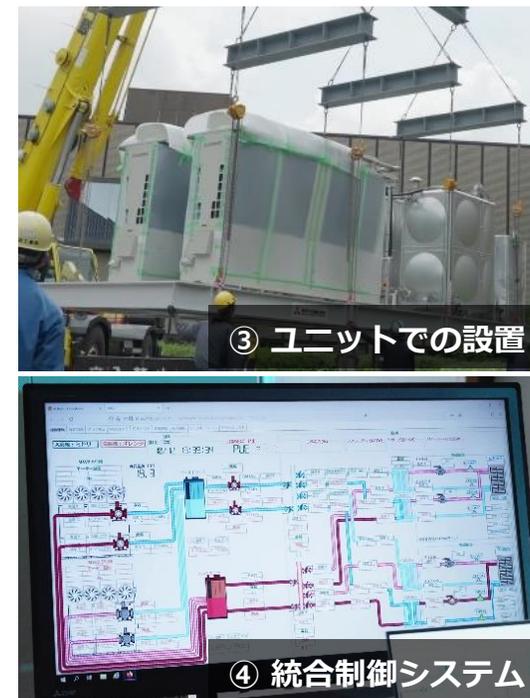
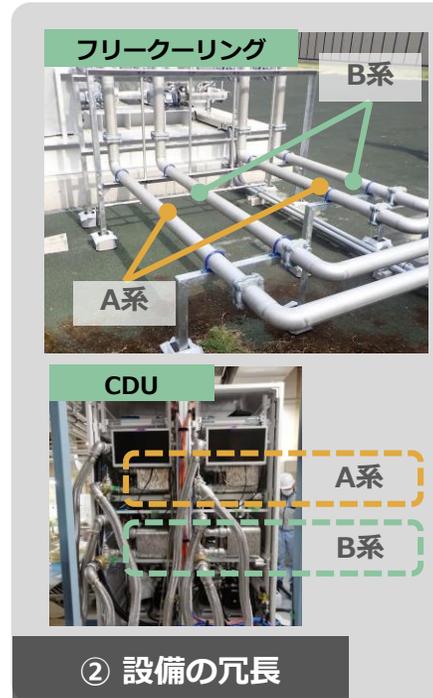
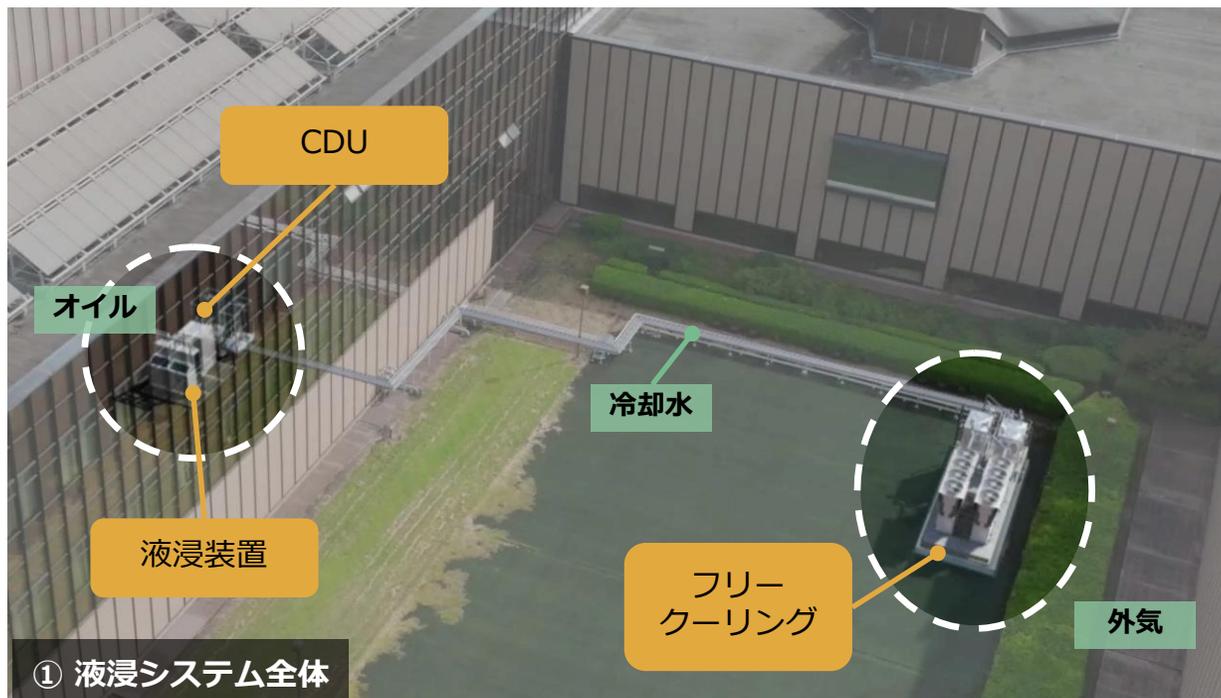


高可用性の
液浸システムを具現化し
成立性と安定性の検証



国内での
商用導入計画の具現化

液浸冷却システムの構成概要と結果



① 高性能な冷却機構により PUE:1.05 実現

サーバーの液浸冷却とフリークーリングを組み合わせ、少動力でサーバーの熱を除去できる仕組みを採用

② 設備の冗長設計により ティア4レベル 確保

高いアベイラビリティ（高可用性）を実現するため、機器・配管などは二重化思想で設計

③ モジュールユニットで 工期短縮

フリークーリング本体と付帯設備（コールド/ホットタンク、冷却水ポンプなど）を一体ユニットに搭載

④ 統合制御により 低PUE と 高可用性 を両立

外気温度に応じたファシリティ全体の最適制御、冗長運転制御、メンテナンス用冷却モードなど多彩な機能も実装



液浸冷却の検証数値

液浸冷却技術を用いた場合の実用性と省電力性を立証

	従来型データセンター	液浸PoC Ph3	(参考) 液浸PoC Ph2
機器冷却	強制空冷	液浸冷却	液浸冷却
機器設置	データセンター 電算室	データセンター 機械室	屋外設置型コンテナ
室内排熱	空調空冷	外気空冷	外気空冷
総電力	170kVA	94.5KVA (44%削減)	96kVA (43%削減)
床面積※1	6.6m ²	2.6m²(60%削減)	2.6m ² (60%削減)
機器電力	100kVA	90kVA (10%削減)	90kVA (FAN撤去)
冷却電力	70kVA	4.5kVA (93%削減)	6.3kVA (91%削減)
PUE	1.7	1.05	1.07
kg/m ² ※2	182	433	433

※1 収容効率：空冷ラックあたり10KVAを想定した場合の削減効果

※2 機器搭載なし



商用導入を見据え、計21社 が合同で運用体制を確立

運用体制



NEC ネットエスアイ



Western Digital.



DELL Technologies





動画紹介



2. 実証実験内容



汎用サーバー・NW機器を液浸システム利用するための4つの対策

対策1 稼働部（FAN）の取りはずしとファームウェアの改修

▶ IT機器に必要な電力を 10%削減

対策2 グリス成分（油浸対応）変更

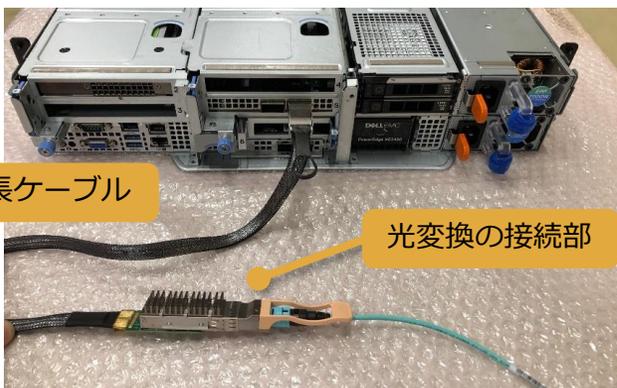
対策3 耐油性のあるケーブル選定

対策4 液浸対応の光ケーブルを活用

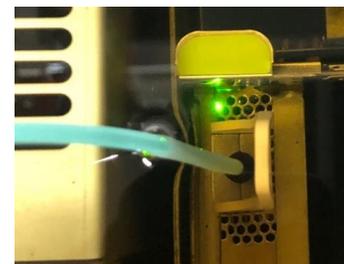
対策4 詳細：PoCで抽出された光ケーブルの課題に対して対策を実施

課題：光ケーブルのリンクダウン

光延長ケーブルを利用して光変換部分を液槽から外にだして対策したが 発熱によりリンクダウン



対策：液浸対応光ケーブルの活用

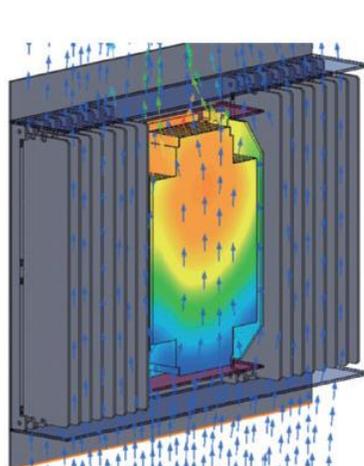
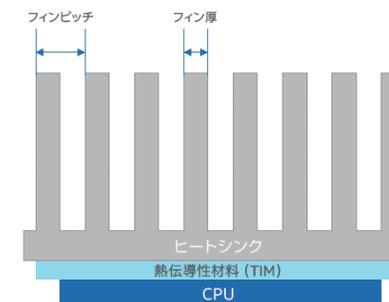


トランシーバでは、ファイバー端点の固定点を決め、プラスチック素材を充填し、光路への冷却油の侵入を防ぐことで液浸での利用を実現

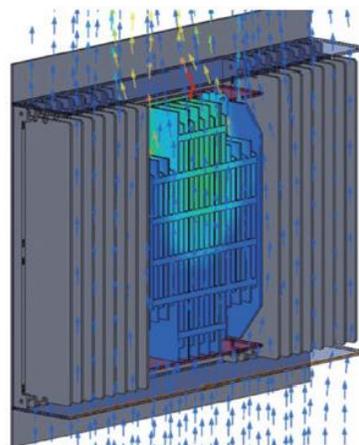


液浸下における最適な「フィンピッチ」と「フィン厚」を評価

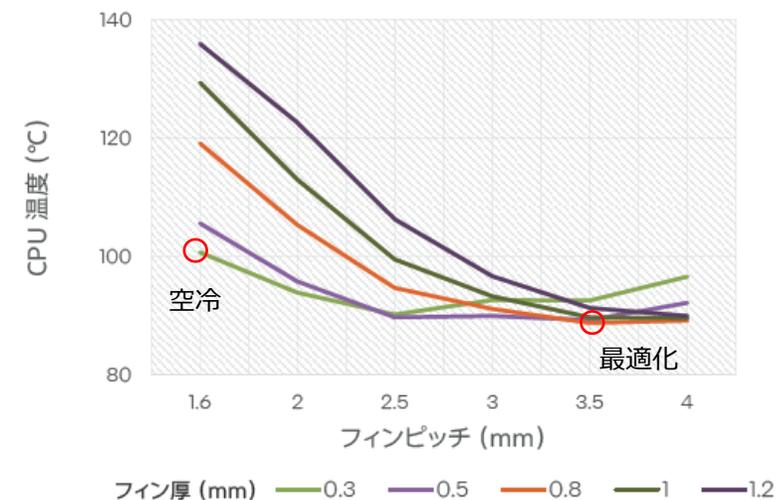
- ・ ヒートシンクを通過する冷却油の流速が空気とことなるため、液浸用に最適なヒートシンクの開発が必要
- ・ 流体シミュレーションにより、高性能液浸冷却油において熱だまり軽減できるフィンピッチとフィン厚を明らかにし、最適化ヒートシンクを開発



空冷ヒートシンク
フィンピッチ：1.6mm
フィン厚：0.3mm



液浸用ヒートシンク
フィンピッチ：3.5mm
フィン厚：0.8mm

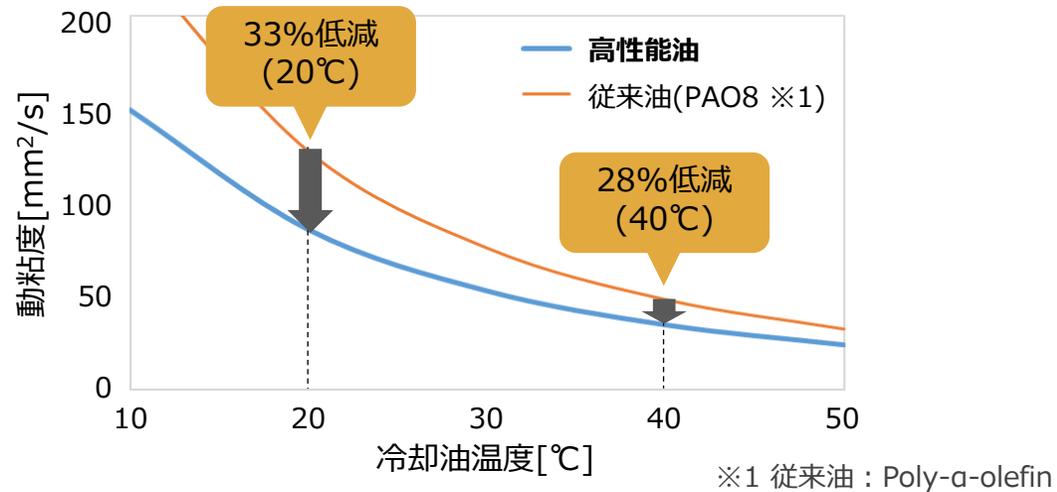




高性能液浸冷却油の開発



特長① 低粘度化によりポンプ動力低減に貢献



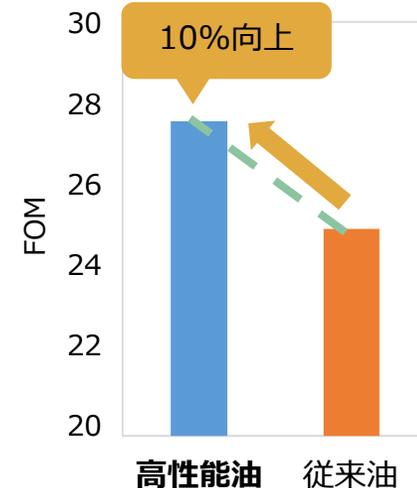
特長② 酸化劣化しづらく長寿命

長期間利用しても劣化物の生成量が少ない



特長③ 高い冷却効率

	高性能油	従来(PAO8)
密度@15°C [g/cm³]	0.837	0.832
40°C動粘度 [mm²/s]	34.8	48.3
FOM ※4	27.6	25.0
危険物分類	可燃性液体類	可燃性液体類

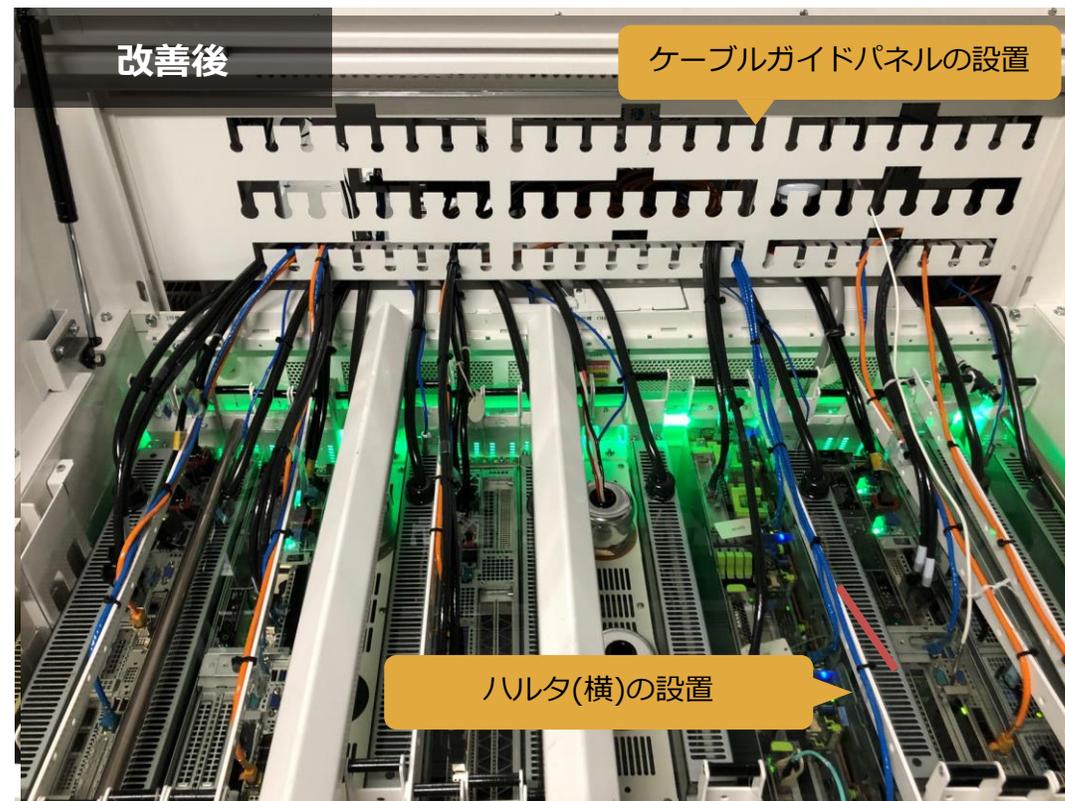


※4 冷却性能の指標。値が大きいほど冷却性能が高い



ケーブルガイドパネルやハルタを新規作成し、ケーブル実装を改善

- ・ケーブル（電源線、通信線）がIT機器の取出時の際に干渉しないようハルタ（横）に配線
- ・ケーブル種別ごとに配線干渉しないようケーブルガイドを活用し配線





液浸装置外で動作確認環境を用意

- ・本番環境の液浸装置に設置する前や液浸装置がない環境でサーバー・NW機器の動作確認を一時的に可能にする簡易液槽環境を用意

保守フロー ※イメージ

Step1

ホットスワップ



液槽からサーバーを
引き上げず交換作業



Step2

コールドスワップ

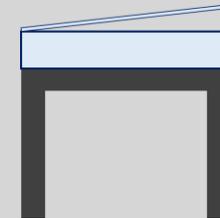


液槽からサーバーを引き上げ
作業用トレイ上で交換作業



Step3

通電確認



簡易液槽での故障改善確認
FANを除いているため





液浸利用した装置に付着した冷却油を“洗浄”することで液浸システム利用後の空冷環境での稼働を確認

冷却油 洗浄目的

- ・ 液浸利用した装置／パーツの保管
- ・ 空冷環境での再利用

冷却油 洗浄方法

- ・ 揮発性の高い、洗浄用油を用いて実施

装置の空冷化

- ①サーバー内臓の冷却 F A N の取付け
- ②空冷仕様のPSUへ交換

動作確認結果

- ・ 空冷で通電、冷却 F A N の動作確認
- ・ サーバー O S 起動確認



洗浄用油を入れた洗瓶



洗浄中の様子



洗浄後のサーバー

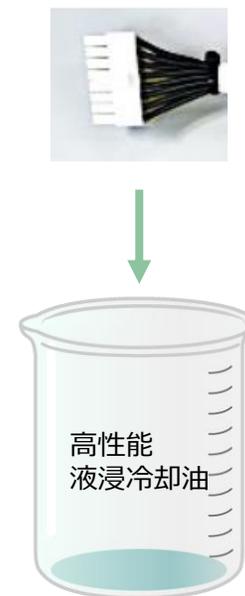
主要サーバーパーツを網羅的に選定し検証を実施

- 評価結果より、接着剤、PVC、EPDMなど冷却油との相性が良くない非互換素材を確認

▶ CPUのキャリア電源ケーブル、PCIeライザー電源ケーブル、などで非互換素材が利用されており、今後、他の材料に置き換えることを検討

No.	素材	適合性	Note
1	PBT+LCP+Gold & Tin plated terminal	有	
2	PA66+Gold plated terminal	有	
3	PCB FR4	有	
4	PA66	有	
5	Polyester Fabric & Acrylic Glue	無	接着剤の溶解
6	PET	有	
7	Ethylene-vinyl acetate copolymer + flame retardant	許容	若干の膨張
8	Teflon	許容	若干の減量
9	Stainless steel	有	
10	Nickel-plated stainless steel	有	
11	Polyamide	有	
12	PBT (halogenated)	有	
13	PBT (Halogen Free)	有	
14	PVC	無	顕著な膨張
15	Gold plated terminal	有	
16	Tin plated terminal	有	
17	PVC+Cu	有	
18	FKM	有	
19	EPDM	無	顕著な膨張

素材の異なる主要サーバーパーツ片サンプルを冷却油に浸漬し状態変化を観測





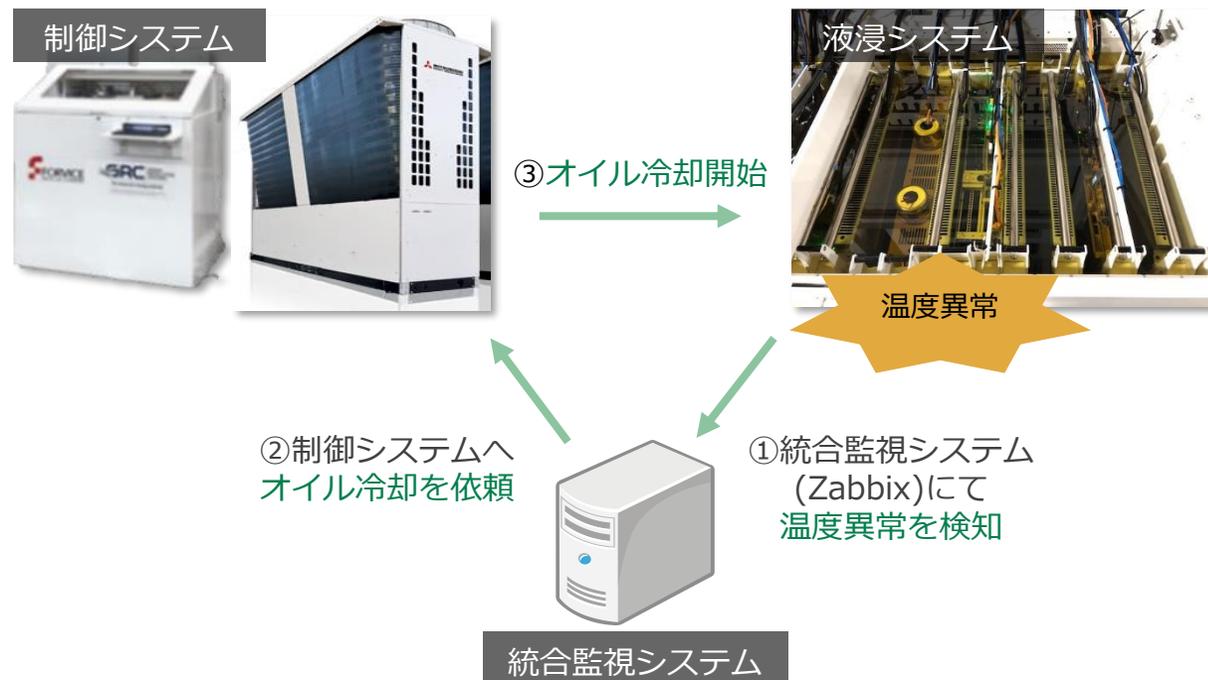
“統合監視システム”により液浸システム運用をサポート

- ・ 遠隔操作で液浸システムの動作状態の確認や異常を検知
- ・ オイルイン機器の温度異常を検知し、液浸システムの冷却能力を自動で調整

ポータル内で動作状態、異常をチェック



オイルイン機器の温度異常に応じて、自動で冷却

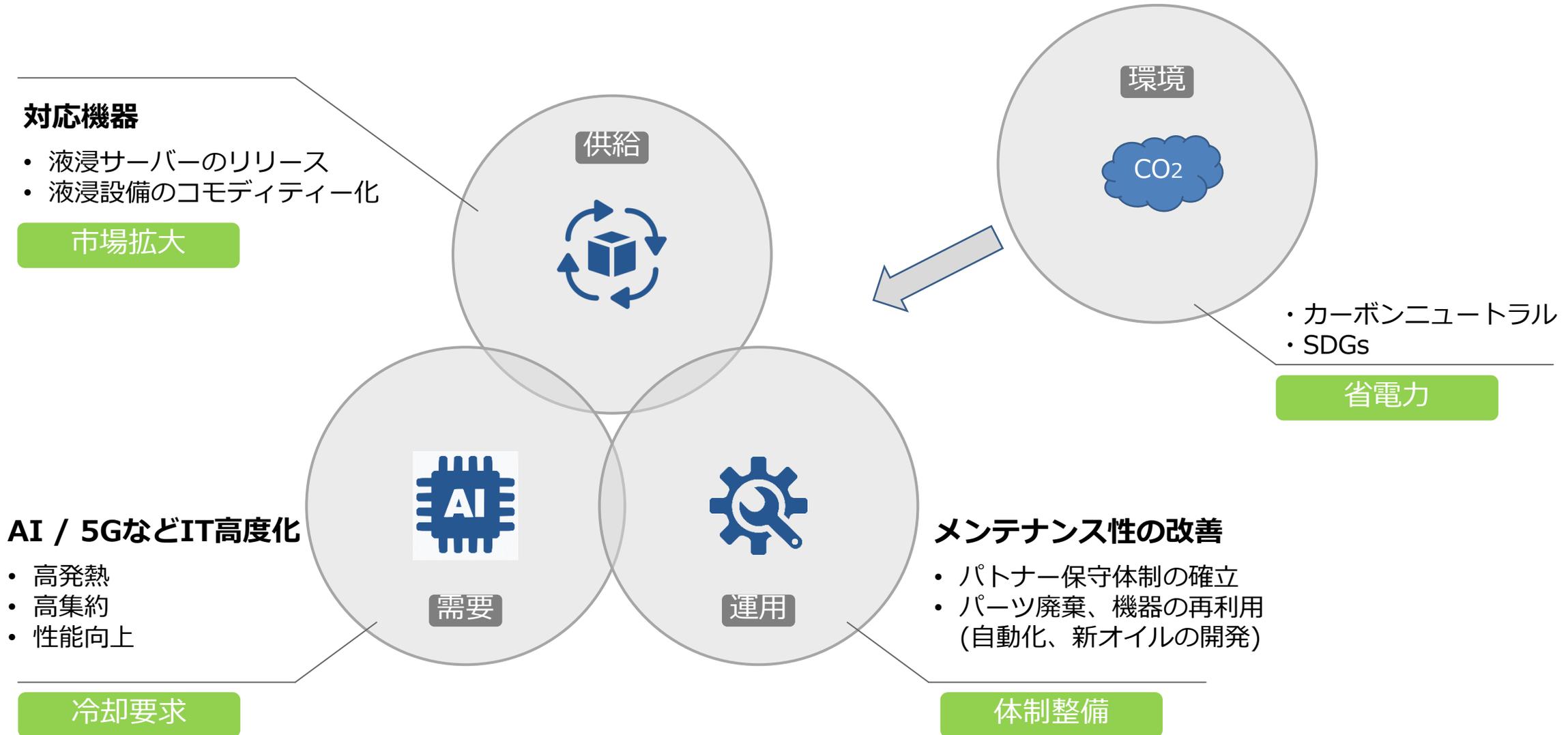




3. 今後の取り組み



液浸装置の普及には、大きく3つ律速条件が存在 環境課題がトリガーとなり、活用がさらに加速される



「つなぐチカラ」を進化させ、
誰もが思いを実現できる社会をつくる。

KDDI VISION 2030

