

「エッジセントリック分散階層型データベース プライマリ・AIセカンダリコンピュータの開発 ～サイバーブレインモジュール開発～」

(株) テクノアクセルネットワークス



Post-5G Project

ポスト5G情報通信システム
基盤強化研究開発事業

目次

・会社紹介

- 1． 研究開発の背景・課題・取り組み
- 2． エッジAIによるデジタルツインの概要
- 3． 想定システム構成
- 4． エッジAIデジタルツイン処理プロセス
- 5． 実験結果
- 6． エッジAIデジタルツイン実現のためのコンピュータアーキテクチャの提案
- 7． 当技術がチップ化されたときの通信プロセス
- 8． 事業成果の社会実装イメージ
- 9． 産業等への波及効果と市場獲得への施策
- 10． 知財，標準化への取り組み

会社紹介 株式会社テクノアクセルネットワークス



- ✓ AI, コネクティビティ, センシング技術 ⇒ 「お客様のアイデアを見える形に」
- ✓ 「人」が安全・安心・快適に活躍できるシステムを専門パートナーとチームで開発

お客様

OEM研究開発部門, Tier1企画開発部門, 大学・高専・研究

組み込みAI技術搭載ユニット開発
(4社)

通信・ネットワーク・セキュリティ技術
(2社)

パートナー企業チーム

回路・基盤・3D筐体・サウンド制作
(4社)

車載関連AI研究医工連携・暗号化
(6大学・研究機関)

テクノアクセルネットワークス

経験豊かなエキスパート

- ・車載デバイスメーカーOB
- ・自動車メーカーOB

10年以上の実績

ユースケースシナリオ討議

企画提案, 有望技術・デバイス紹介

PoC (概念試作) 開発・共同評価

量産受託先紹介

拡販支援 (ビデオコンテンツ制作)

PoC(Proof of Concept) によるアイデアの見える化事例



海外向け車載情報通信端末 全方位モニタ



ミリ波+カメラ フュージョン ドライバ体調モニタシステム

AI顔認識による感情推定・行動推定PoC (米国Eyerisと開発)

- 乗員の表情から楽しさ・不愉快等の感情を推定
- 窓からの乗り出しやスマホ操作などの状態動作を推定



ミリ波レーダ
+ 独自信号処理



車載用生成AIアシスタント用 Prompt Profiler

アバター型AIアシスタントPoC
(米国SapientX社と開発)

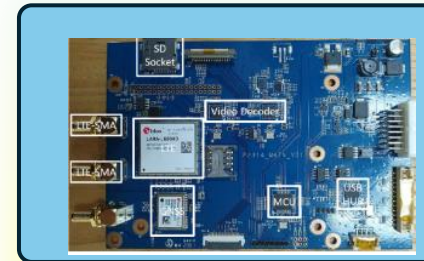


Chat型
GPT
+ Avatar

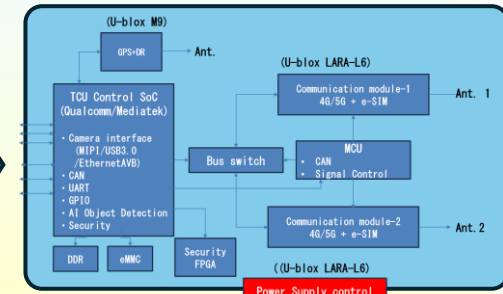
待たせない
聞き返さない
はずさない



AI物体検知によるメタデータ共有型通信ユニット (小型低消費電力車両搭載ユニット)



設計中



Qualcomm SOM搭載PoC
(GPS/6軸センサ/CAN MCU/
LTE通信モジュール搭載)

Software Defined AI Edge Unit
with Dual TCU/TSU

1. 研究開発の背景・課題・取組み

◆ 5 G以降，エッジ端末のセンサデータを集積したデジタルツインの実現が現実味を帯びてきた。

- ✓分散DBにより，センサ実データは端末に蓄積したまま，端末AIによりデータをメタ化しそのメタデータを通信することで通信データ量を圧縮できる。
- ✓圧縮したメタデータを，低遅延通信技術で配信すると低遅延でのデジタルツインの実現が可能となる。

◆ 課題は，端末データ処理時間短縮である。

- 処理の複雑なAI処理の高速化のために，階層AIを考案した。
- AI 入出力メタデータを Cash(Linux) 上で操作し(SQL)，DBに蓄積する方法を開発した。

◆ 分散DB及びAIソフトを試作し，処理時間を計測し，処理アーキテクチャを考案した。

さらに低遅延化に必要なチップアーキテクチャを検討した。

2. エッジAIによるデジタルツインの概要

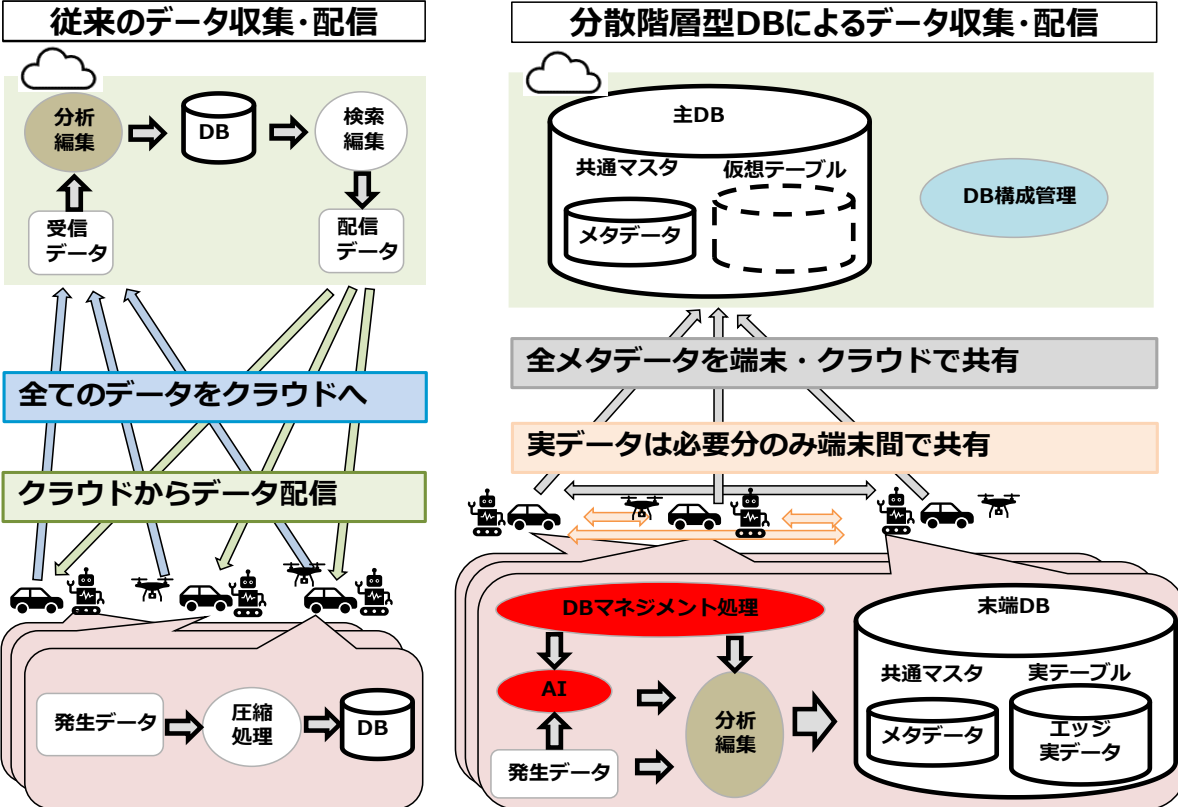


図1. 移動体端末による処理

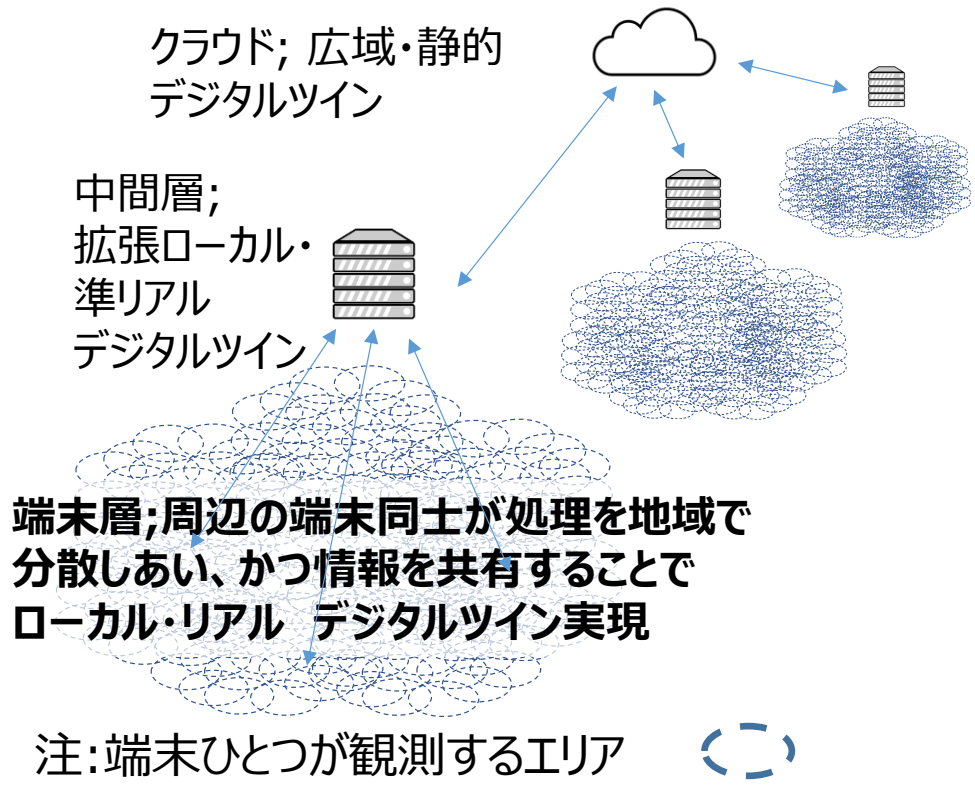


図2. 移動体端末によるエッジデジタルツインの実現

- ✓ エッジデバイス側でデータを処理し、その結果をエッジ側でデータ共有することでデジタルツインを実現.
- ✓ 端末側で処理し配信しあうと、データ通信のコストとエネルギーを削減できる.
- ✓ 応答の高速化が可能で、5G以降で実現する低遅延通信性能を生かすことができる.

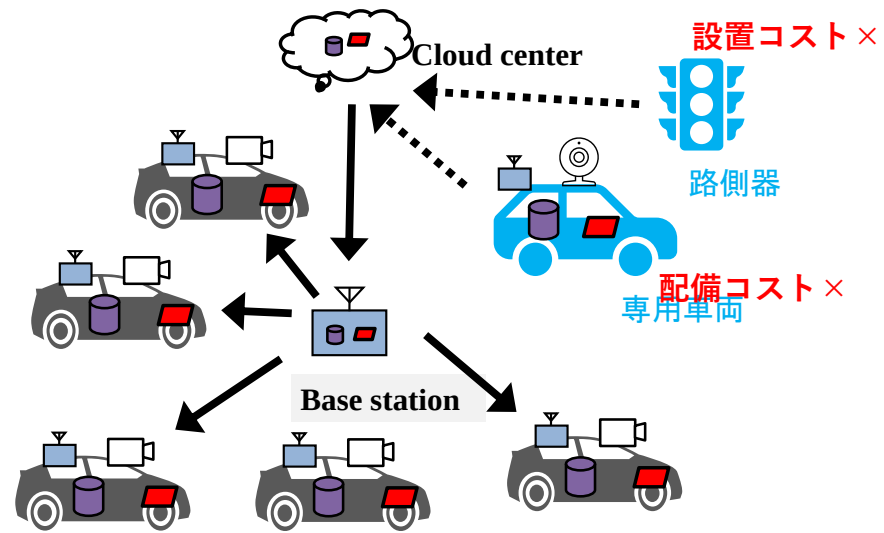
3. 想定システム構成

自動車安全運転支援・自動運転，スマートシティの実現に必須のダイナミックマップ°

障害物などの動的情報の収集配信を可能にする

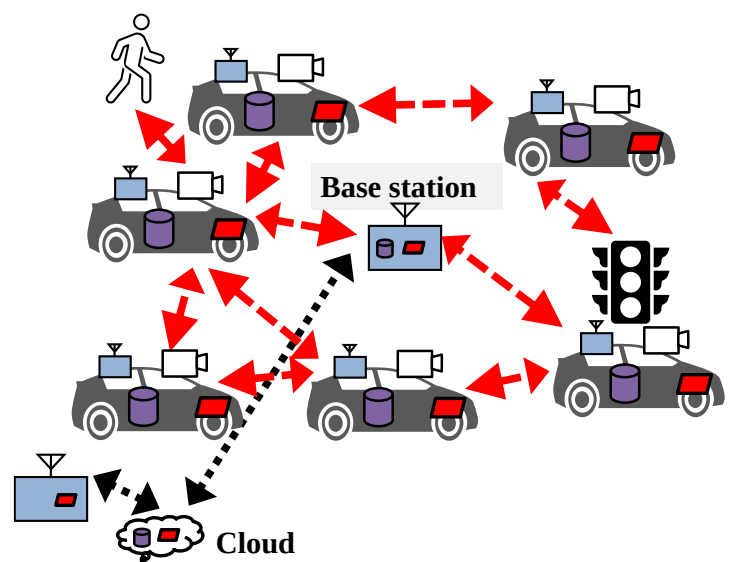
現状トレンド

遅い



エッジデジタルツインの実現

速い



解決策； 計測； 一般車両を用いる
処理・共有制御； 基地局と車両○，クラウド×

図3. エッジAIが適した事例デジタルツイン

3. 想定システム構成

適用システムにおける目標性能例

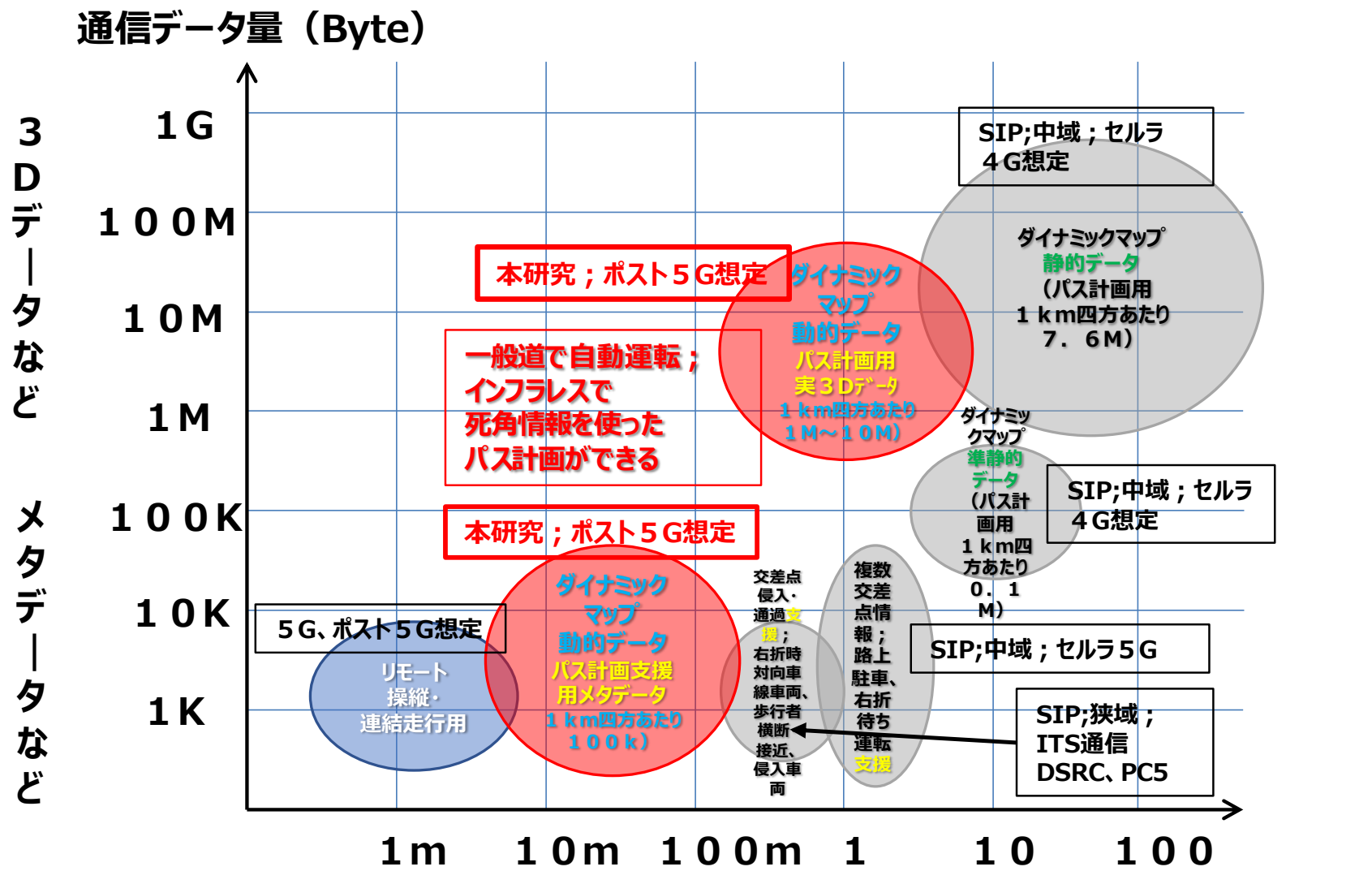


図4. 自動車用安全運転用データ収集配信性能比較

4. エッジAIデジタルツイン処理プロセス

エッジデジタルツインを支えるソフト技術

エッジAIによる実データの圧縮（メタデータ化）

エッジ分散階層型データベースによる通信データ量の低減

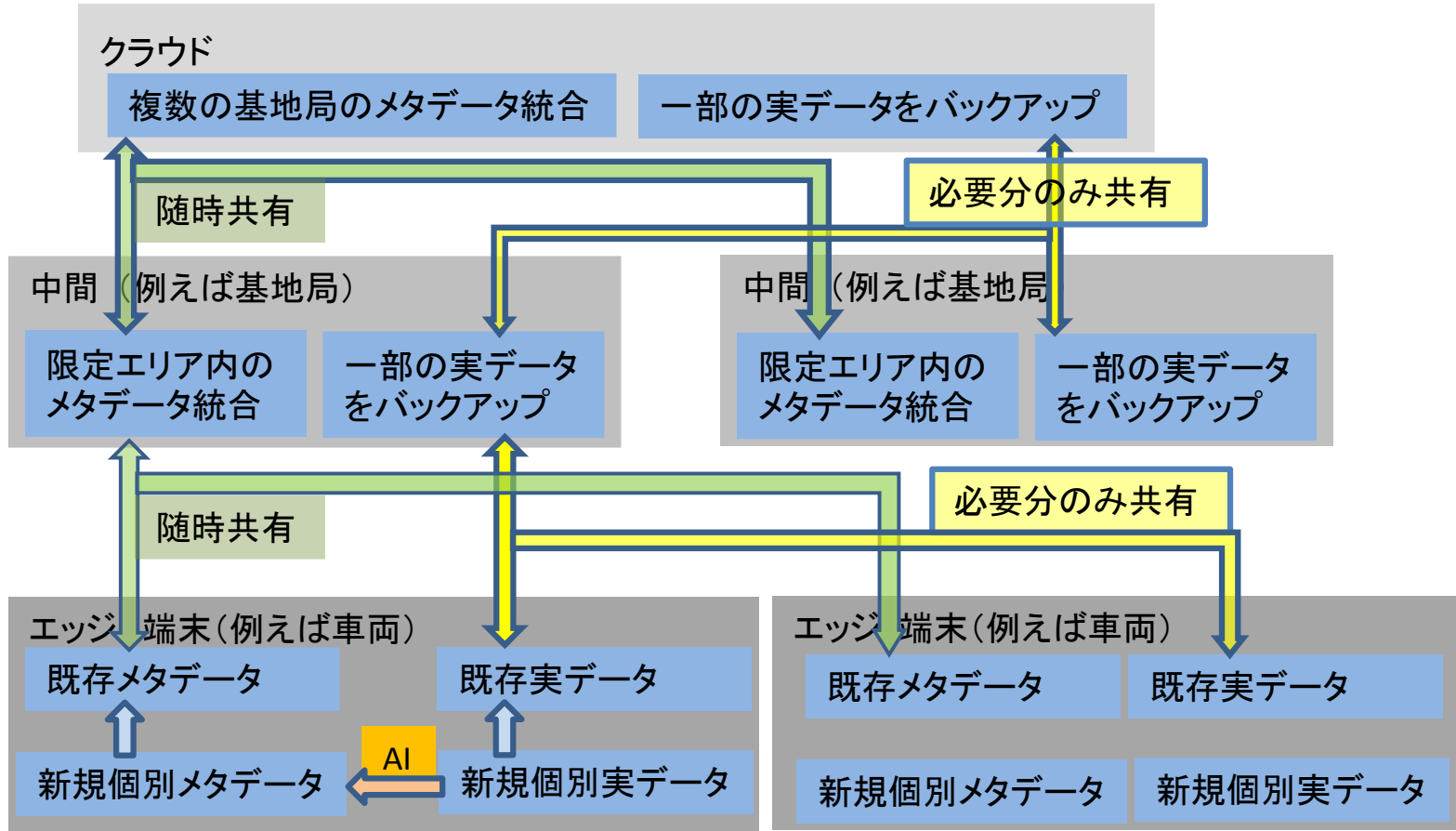


図5. 分散エッジ端末データ共有によるエッジデジタルツインの機能構成

AIによりデータ量を削減

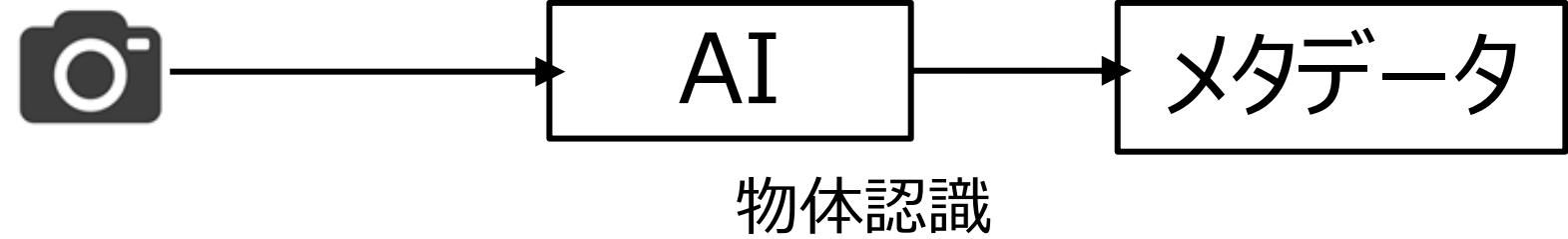


図 6. エッジ端末に搭載したAIによるデータ圧縮

4. エッジAIデジタルツイン処理プロセス（データ共有部）

地域的に分散したエッジデバイスにあるデータの共有管理とするDBクラウド；データを置かない。管理・操作のみ

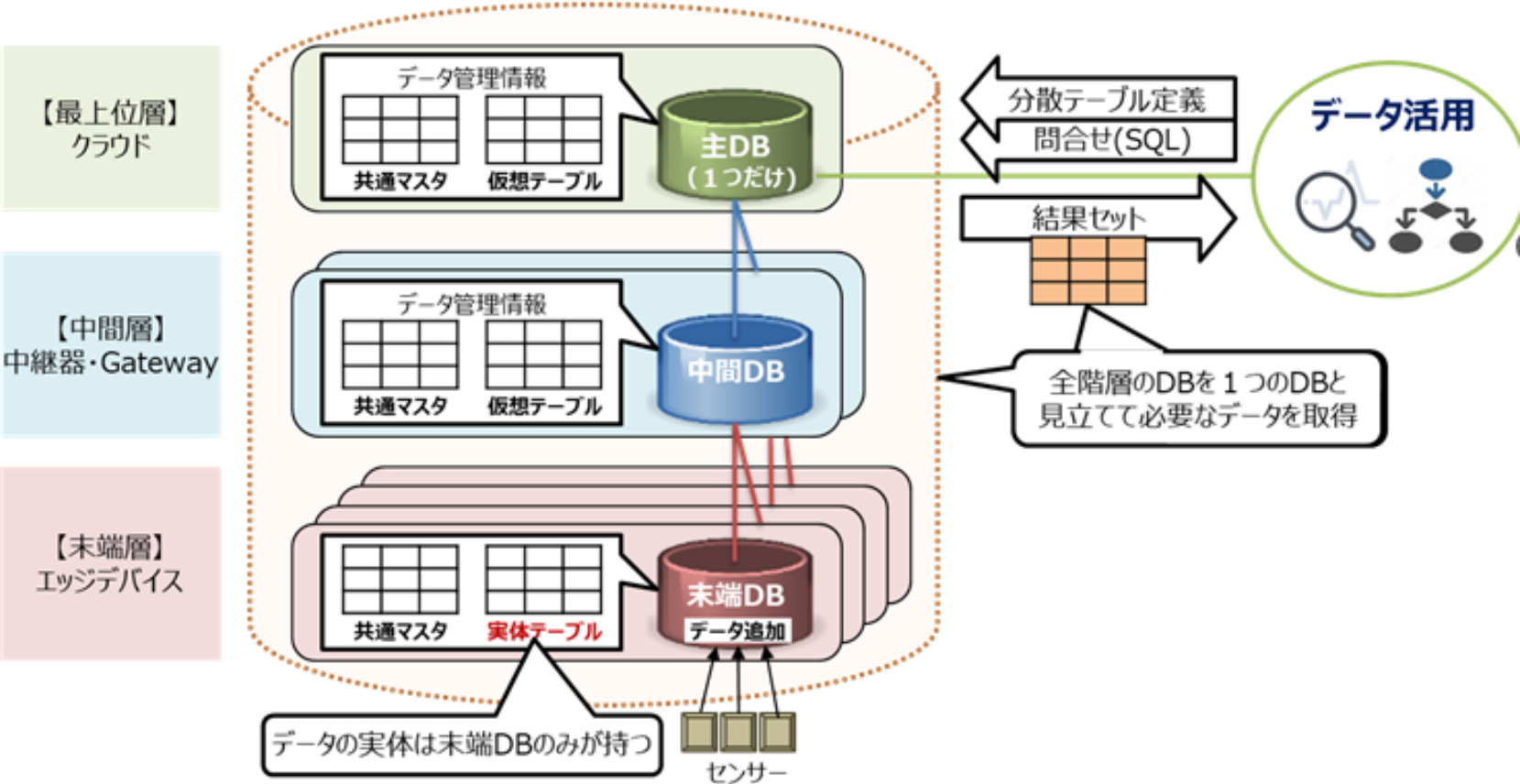


図7. エッジ端末，中間層，最上位に分散されたDBの一例

4. エッジAIデジタルツイン処理プロセス（データ配信処理）

分散DBにより，大きな実データを配信せず，かつ重複データ配信を防ぐ．

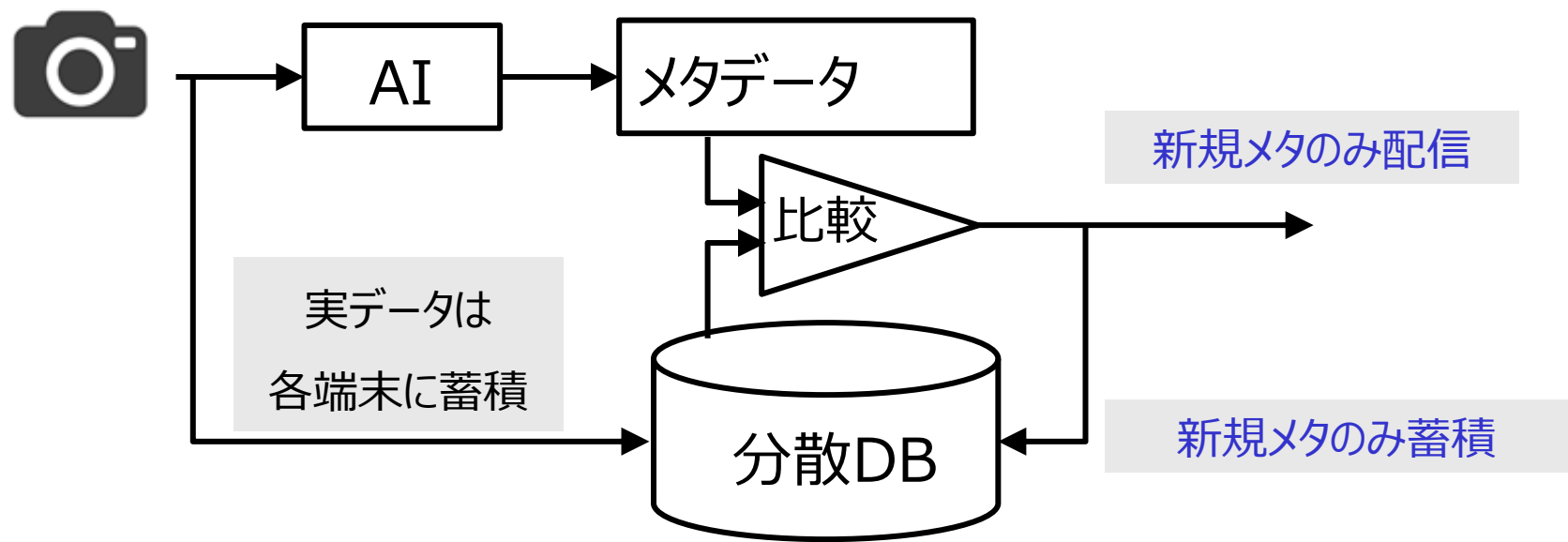


図 8. エッジ端末での処理プロセス

5. 実験結果 ; ①エッジAIデジタルツイン処理プロセス (配信データ量の削減効果)

表 1. AIと分散DBによる配信データ量の削減効果

- ・自動車の前方カメラデータを画像認識AIで処理した結果で比較
- ・カメラデータはJARIの実走行データから2シーンを用いた
- ・画像処理はYolo V5s , 分散DBは, Dendritik Design社製

NO	データ項目	カメラ画像1フレームあたりのデータサイズ (Byte)
1	カメラ画像	3 1 1 7 0 2 ~ 4 3 9 6 9
2	メタデータ	2 2 9 . 8 ~ 8 0 . 2

従来はカメラ画像を配信することになるが、それに比較して、1000分の1程度以上に削減できている。

また、カメラ画像を配信すると、受け取った端末がその処理を行う必要があるが、メタデータを受け取った場合、その処理も不要となる。

端末間でこのようなデータの配信システムを構成する場合には、セキュリティ処理も不可欠であるが、データ量が少ないほどその処理負担が小さいことは言うまでもない。

5. 実験結果 ; ①エッジAIの階層化による, AI処理負荷の低減, 再学習のしやすさ, AI進化対応性の確保

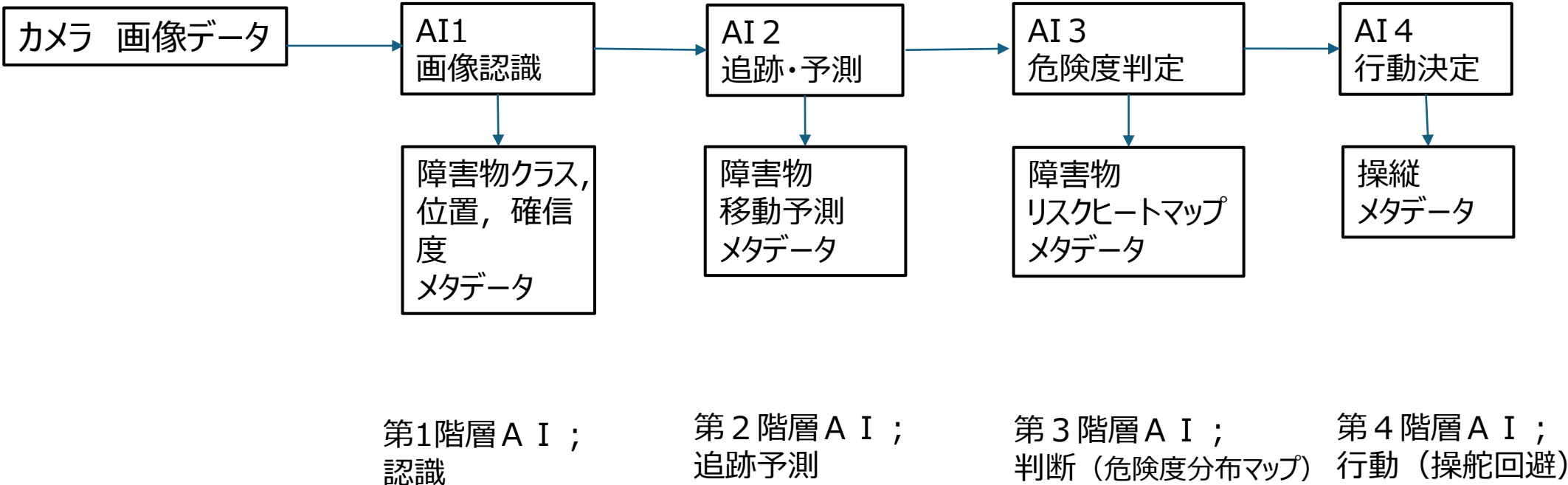


図9. 階層A I の役割と構造仕様

複数の車両がAI処理結果を互いに共有 ⇒ 周辺の車両の処理結果を自分の処理に利用できる！
(自車位置から死角にあたる部分を互いにカバーしあえる)

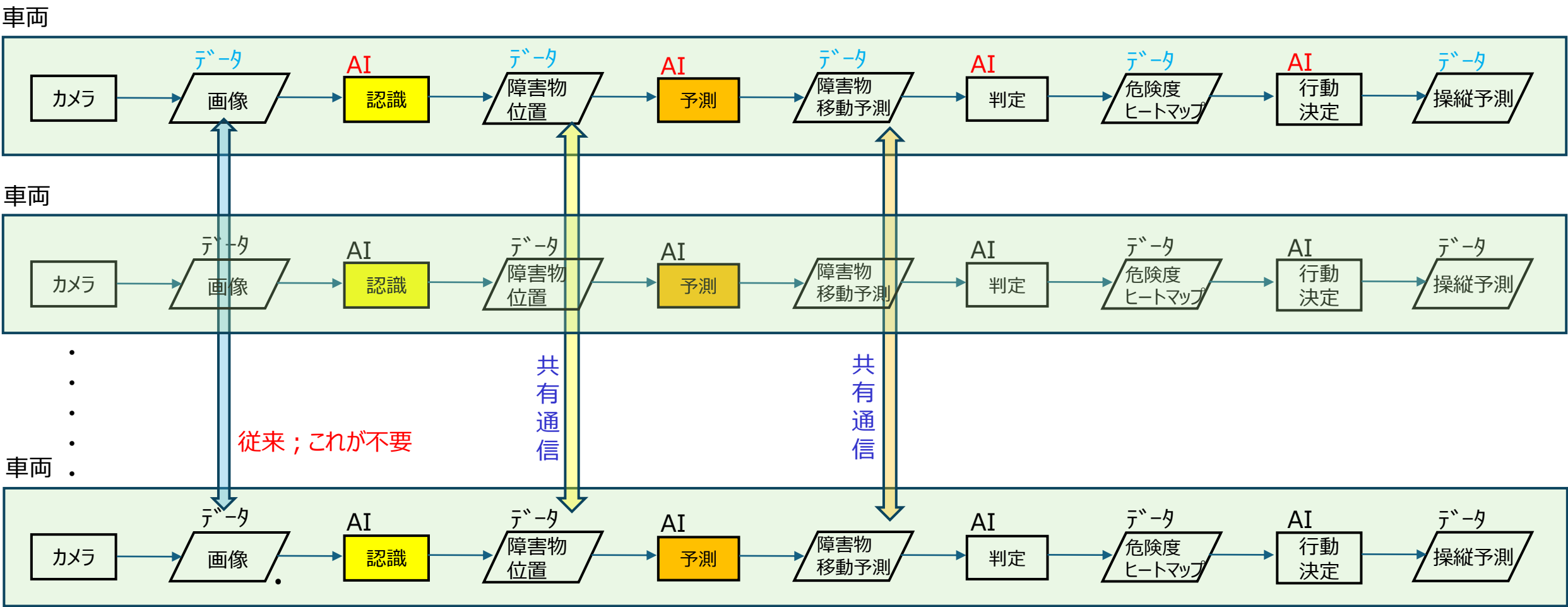


図 1 0 . 階層 A I 出力データを端末間で共有通信

5.実験結果；②エッジAIデジタルツイン処理プロセス (処理時間短縮の検討結果)

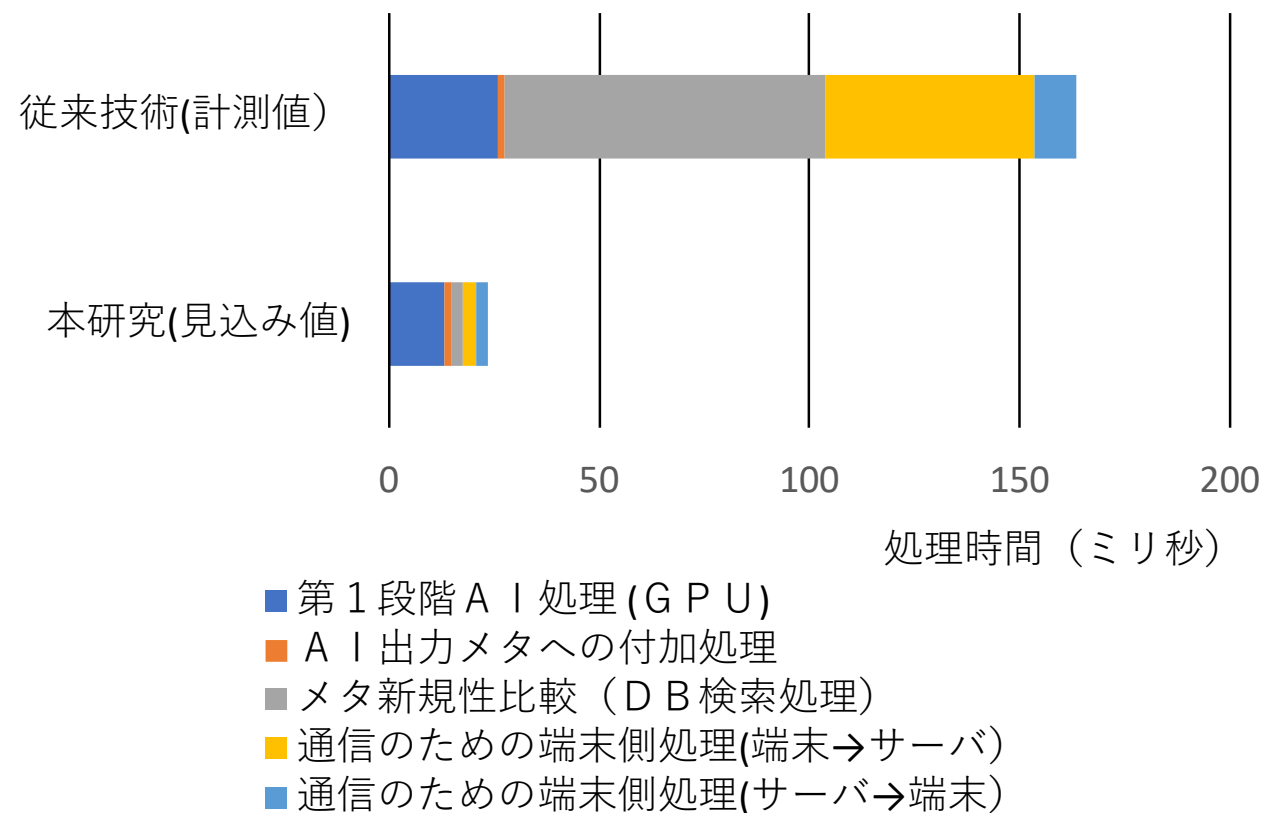
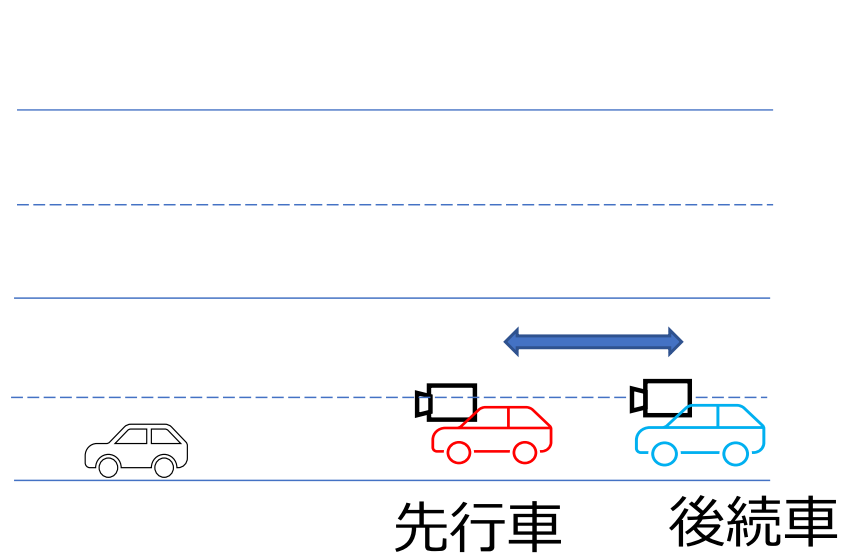


図 1 1. 階層 A I の処理時間短縮

ソフトウェア処理で通信データ量の削減効果が大きいことは確認できた
DBや、DBとAIとのデータ受け渡し処理の短縮の必要性が明確となった

5. 実験結果 ; ③エッジAIデジタルツイン端末CBEAM処理性能



制約条件を達成
階層化AI各階層の処理時間 (msec) $\leq 33\text{msec}$

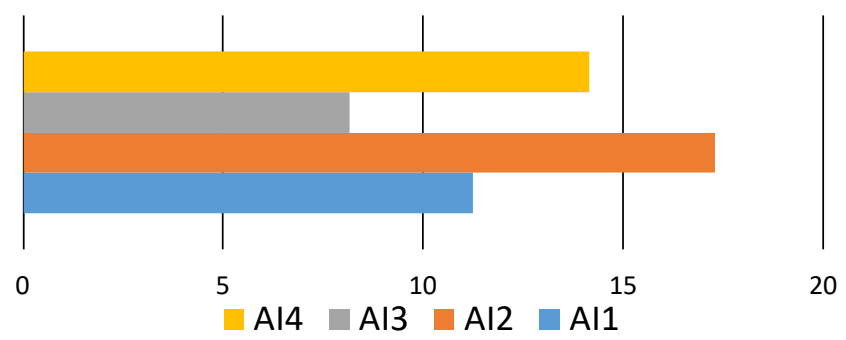


図 1 2. 各階層化AIの端末処理時間 (msec)

ユースケース 1 消費電力比較
(画像 1 Frameあたりの消費エネルギー mJ)
従来に比べて 57.5%削減 $\geq 50\%$

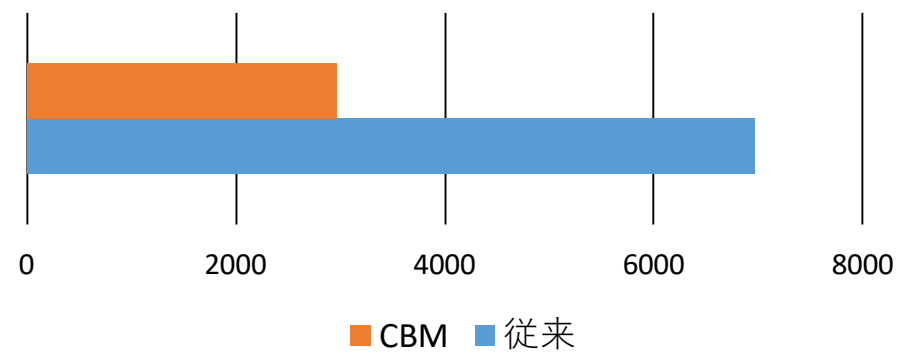
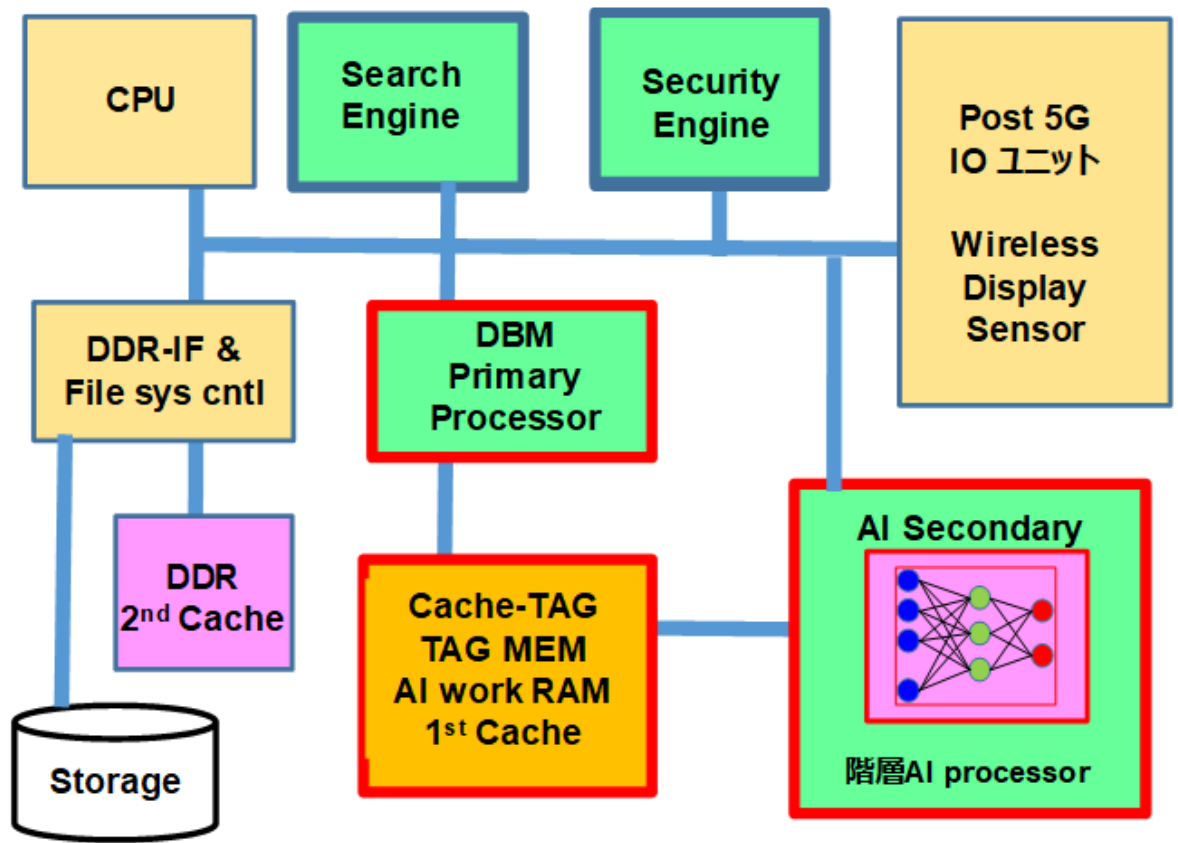


図 1 3. 端末消費電力の従来技術との比較結果

6. エッジAIデジタルツイン実現のためのコンピュータアーキテクチャの提案



データハンドリングを行うDBM（データベースマネージメント）部がAI処理を主導するコンピューティングアーキテクチャ

図 1 4. CBEAMアーキテクチャ

処理の遅いDBとAIとがキャッシュメモリ，およびWorkメモリを共有し，むだなリードライト処理を減らす構成

- ✓ エッジ側で移動体エッジ端末によるデジタルツインの実現には、無線通信のエネルギーとコスト低減のためにデータ通信量を下げることが必要
 - 端末間で分散DBを構成することで、データと処理の分散を可能となった。
エッジ端末上に階層AIを搭載して、エッジ収集データのメタ化を行い、それをデータ通信することで可能となった。
- ✓ このためのエッジAI、分散DB、および処理アーキテクチャを開発、検証した。
- ✓ AIはアクセラレータやネットワークスモデルの簡素化などの検討が進められ、端末搭載かつ処理時間の短縮が進められているが、一方、DB機能においてはCPUによる逐次処理となっていて、処理時間が長いことが分かった。
 - 低遅延での処理実行のためのコンピューティングアーキテクチャの一方式としてDBMプライマリ・AIセカンダリアーキテクチャを提案し、5G以降の低遅延通信チャンネルを生かした移動体端末間のデータ共有の可能性を示した。
- ◆ 今後の課題
 - ✓ CBEAMを用いたエッジAIデジタルツインの社会実装の促進（システム開発と実証実験の推進）
 - ✓ さらなる省電力化・低遅延化、情報セキュリティの検討、マイコン版での性能向上検討などである。

9. 産業等への波及効果と市場獲得への施策

* 自動車産業

- ・完全自動運転で必須の死角情報共有機能を与える.
- ・コネクティッドカー・ソフトウェアディファインドカーにとって重要なデータ共有基盤技術として, その促進に役立つ.



* 市場獲得への施策

自動車交通システムは, 自動車のみならず, 交通インフラおよび, ICTインフラから構成されている.

⇒

- ・自動車会社と連携をとって推進する.
- ・交通インフラ（特に交通ICTインフラ）会社および政府・行政と連携を進める.
- ・国際的パートナーとともに市場拡大・獲得施策を打っていく

* ロボット産業, 介護福祉などの現場

産業界としてDXによる効率化とサービス向上が課題.
現場での状況を把握して, 必要な改善が支援を行うためのデータ収集配信システム構築と低コストでの運用に役立つ.



* 市場獲得への施策

中小企業庁のGo-Tech事業を通して, ロボット会社, ロボットサービス会社, 介護福祉関連サービスとPOCを進めていく.

10. 知財，標準化への取り組み

- ✓ 知財としては，CBEAM技術要素として，重要な分散階層型DB,階層AIについては特許出願済み。
- ✓ 標準に向かって，エッジデジタルツインコンソーシアムを設立して，まずは，CBEAMの普及から活動を始めた。

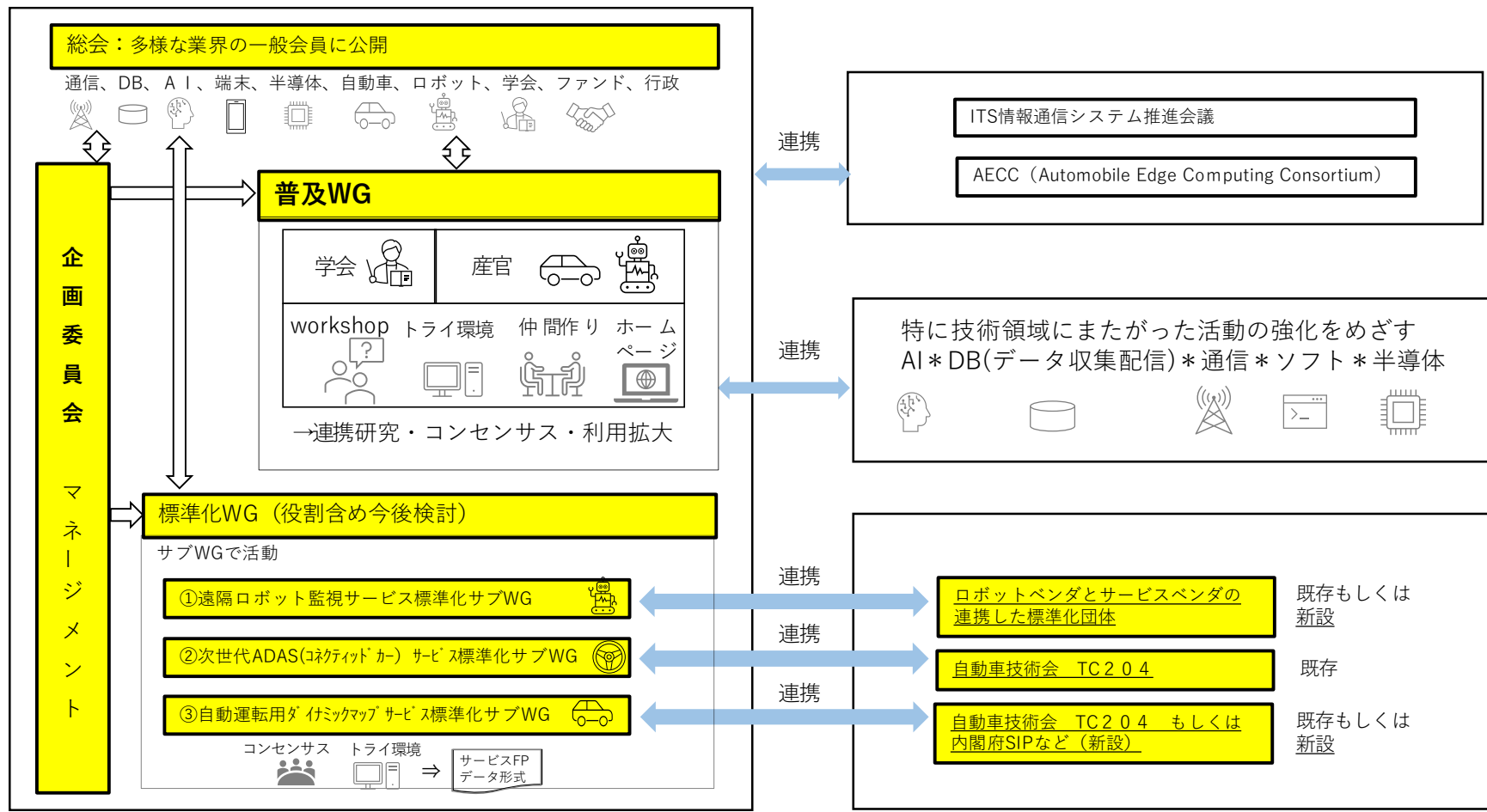


図18. エッジAIデジタルツイン コンソーシアム体制

ご清聴ありがとうございました.