

先進モビリティ・サービス実現のための データ収集・管理基盤

根山 亮

トヨタ自動車株式会社

コネクティッドカンパニー

コネクティッド先行開発部InfoTech

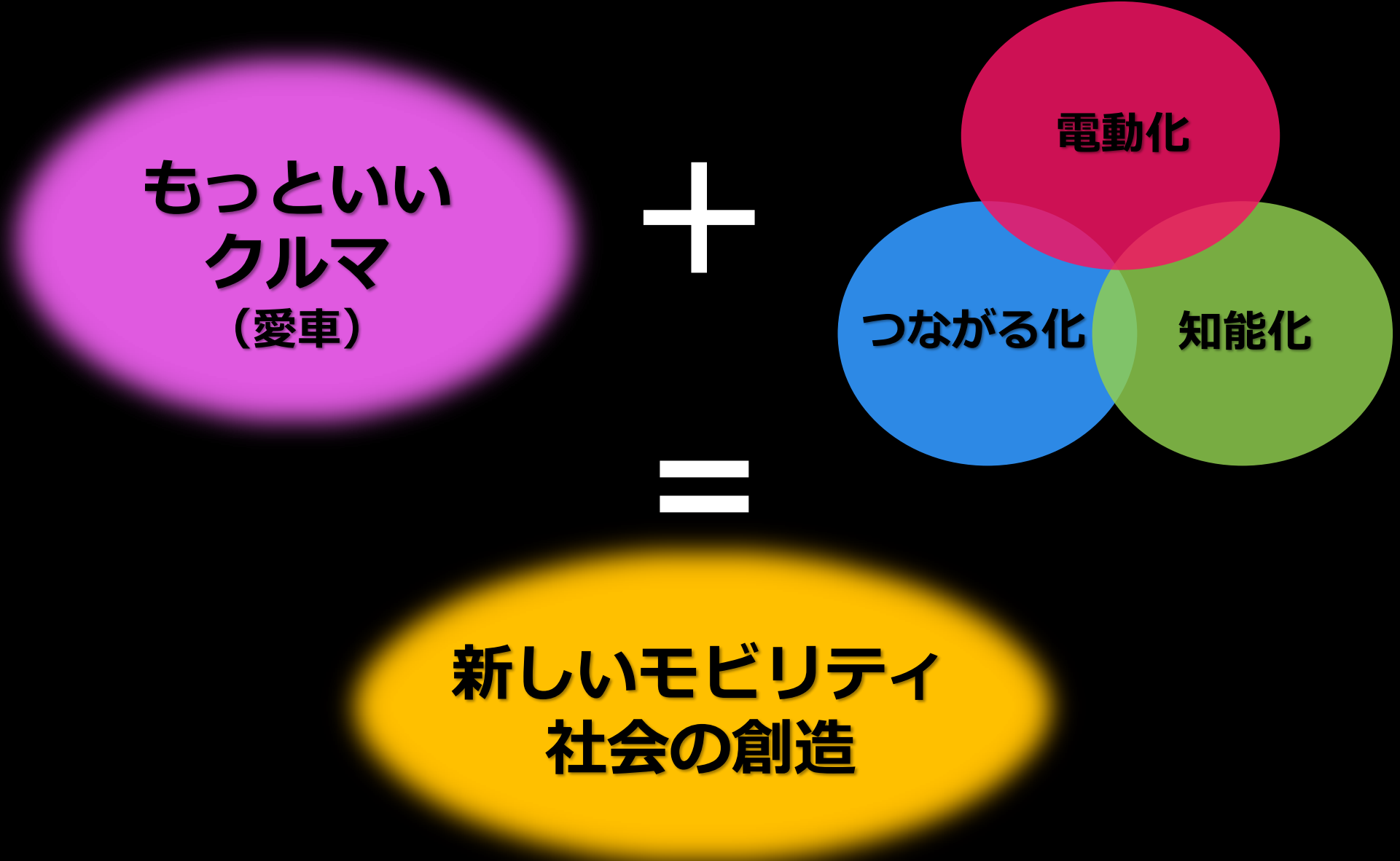
E2EコンピューティングG

主幹/シニアリサーチャー

本日の内容

- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

自動車がお客様や社会から求められるものは



本日の内容

- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

C A S E

Connected Autonomous Shared Electric

クルマ会社 ⇒ モビリティカンパニーへの変革

C A S E

Connected Autonomous Shared Electric

Connectedを司るバーチャルカンパニー

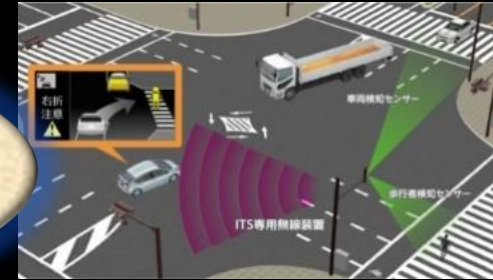
車車間・路車間連携

ナビ、オーディオ etc.



マルチメディア
車載機開発

協調型ITS



データ活用企画

e-Palette



MaaS
(車両、MSPFサービス)

コネクティッド
サービス



MaaS EV

通れた道マップ

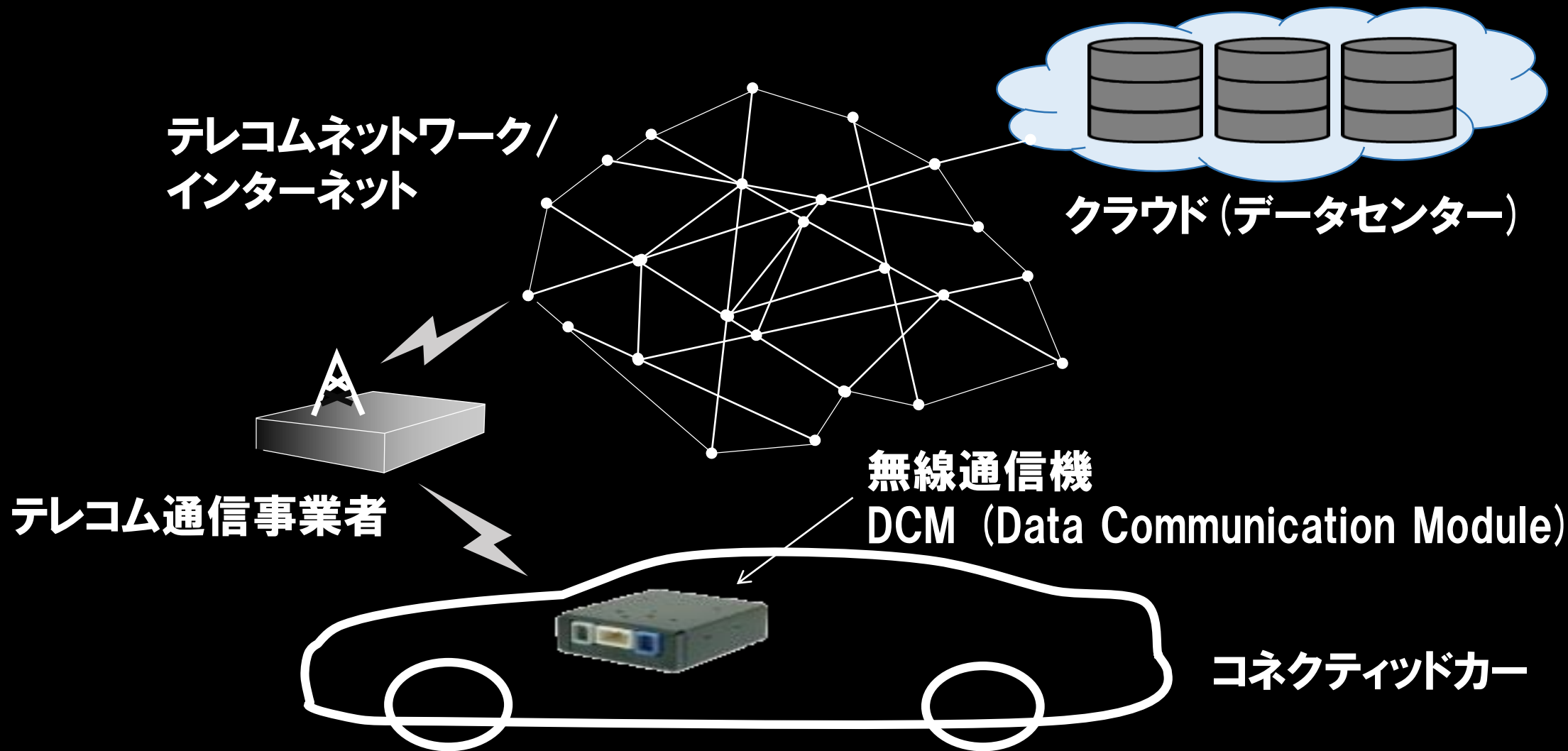


カーナビ向け
渋滞情報



エージェント
サービス

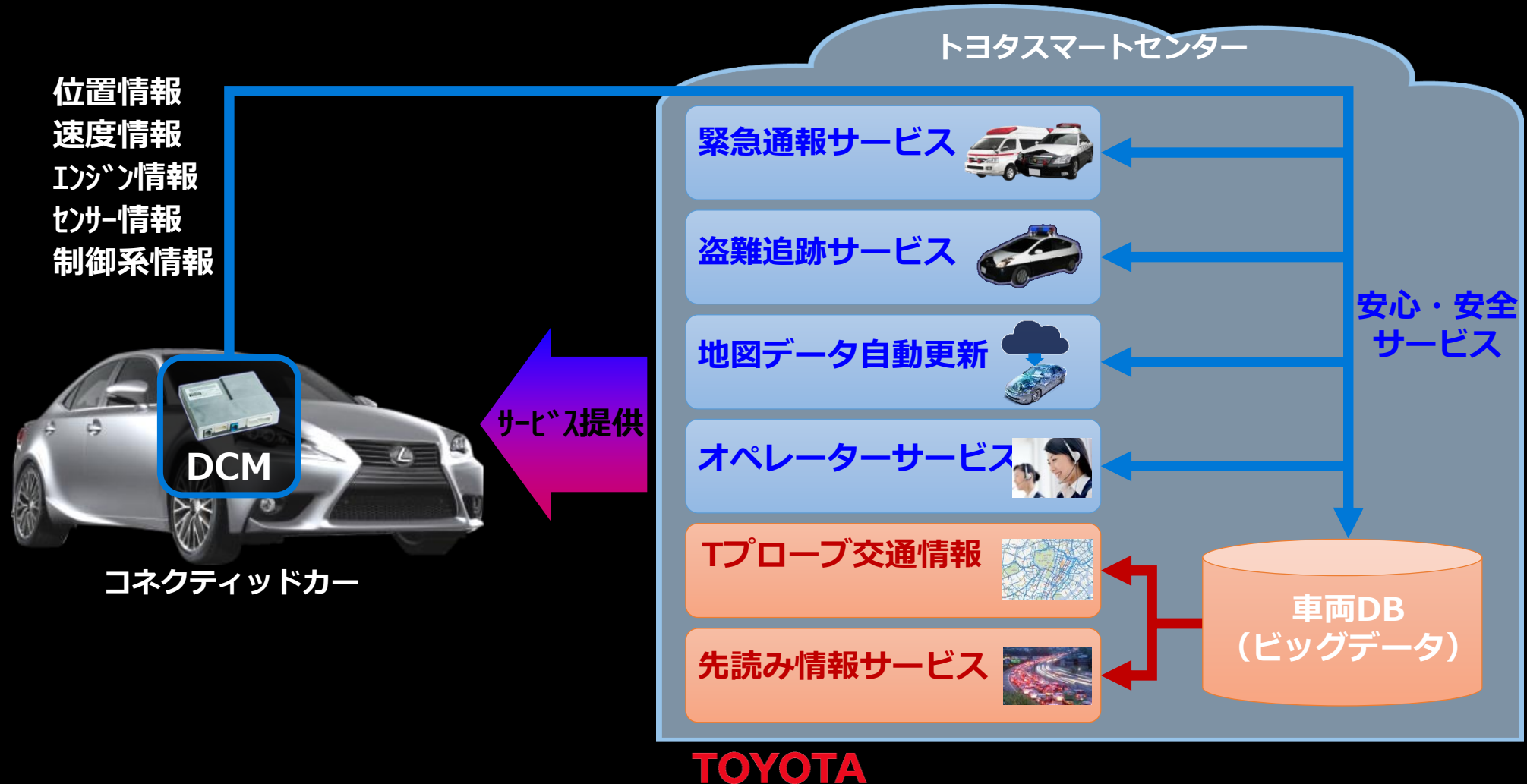
コネクティッドの概要



現在のコネクティッドサービス

車から収集されるビッグデータの利活用により、モビリティ社会をもっと豊かに

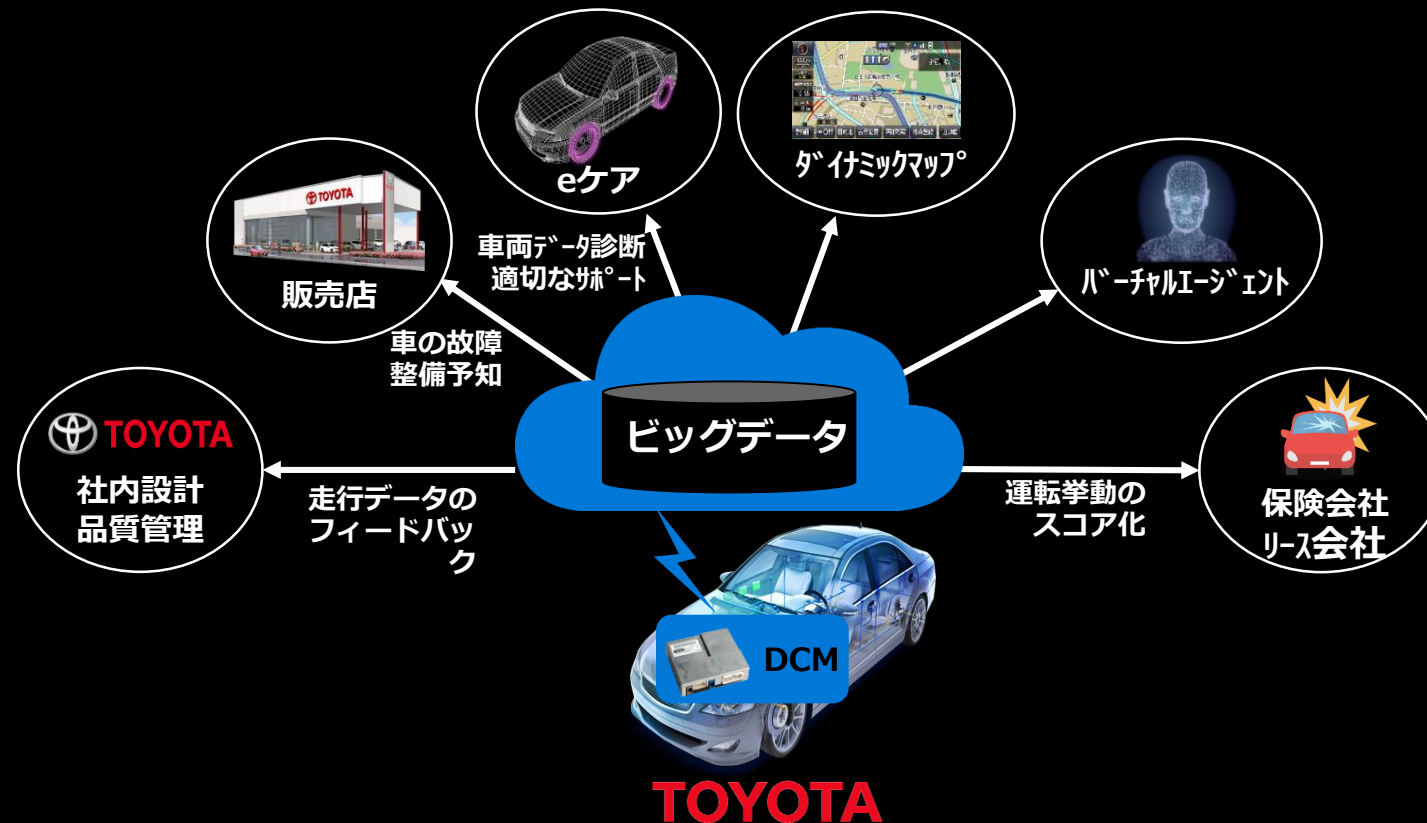
- ・ 車載通信機（DCM）を搭載し、お客様との接点を拡大
- ・ つながる事で、安心・快適・安全なカーライフを支援する様々なサービスを提供



コネクティッドサービスの今後への期待

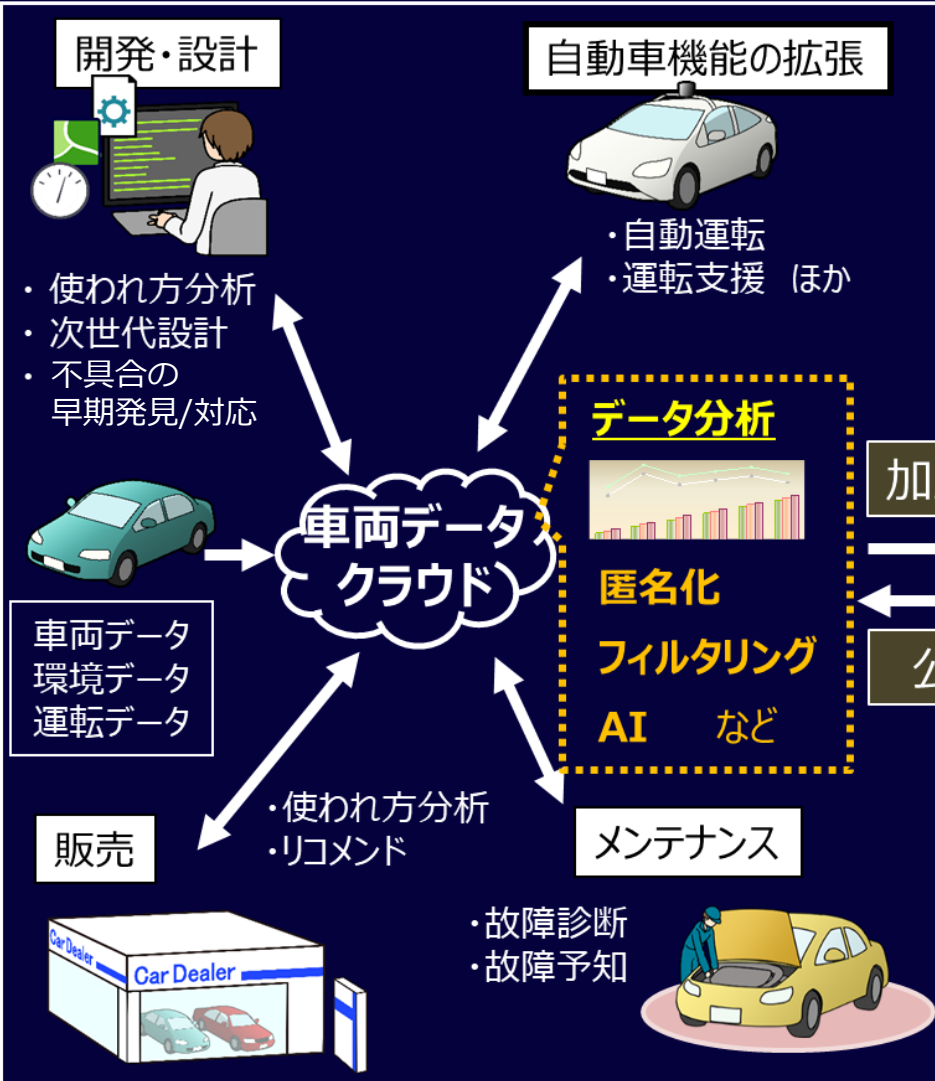
ビッグデータを活用して新たな付加価値を向上

- ・ 社内の設計や品質管理部署に走行データをフィードバックし市場不具合の早期発見、早期対応を促進
- ・ ビッグデータから、個々の車の故障や整備の必要性を予知し、販売店への入庫を促進
- ・ 車の警告灯が点灯時に車両データを遠隔診断、適切なサポートを行う「eケアサービス」を展開
- ・ 車載カメラの画像を収集、車線ごとの混雑状況や障害物の有無を含むダイナミックマップを生成
- ・ ドライバーを十分に理解した人工知能のエージェントが安全で快適なドライブをサポート

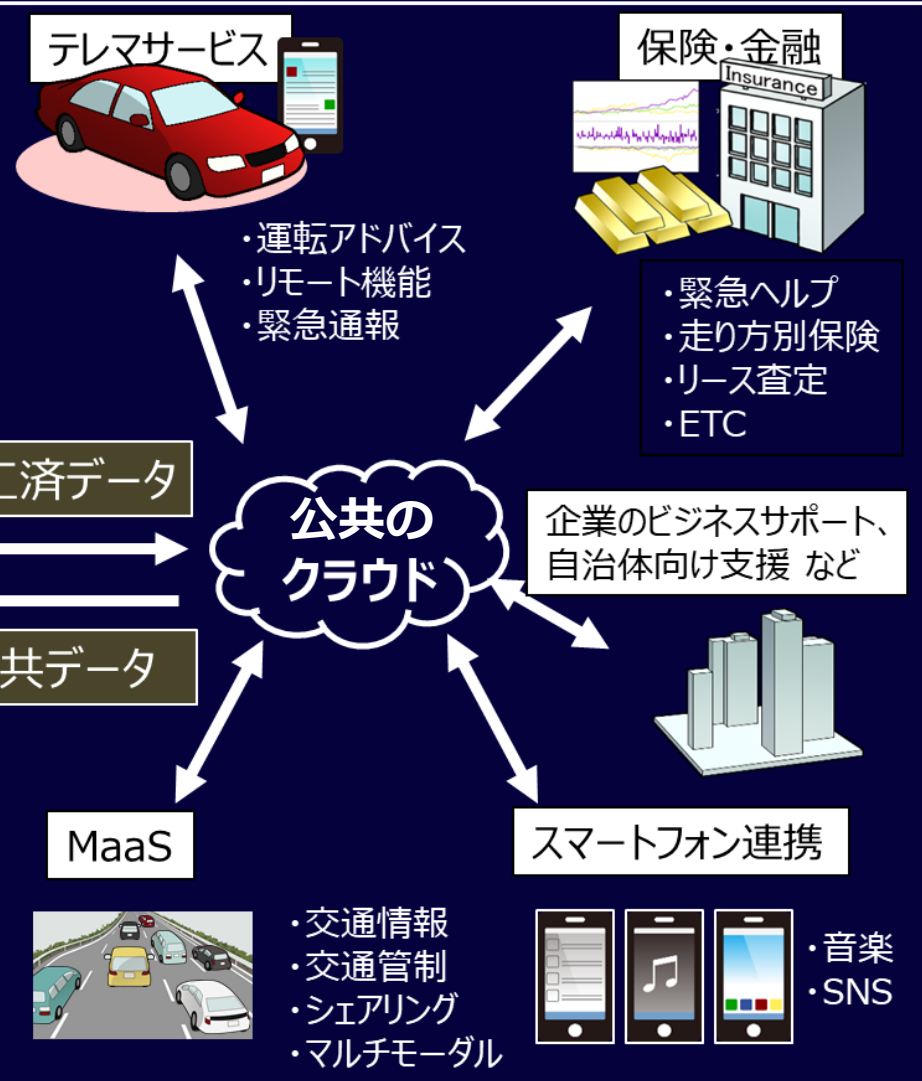


車両ビッグデータの活用イメージ

トヨタ内での活用による仕事の変革



トヨタ外での活用

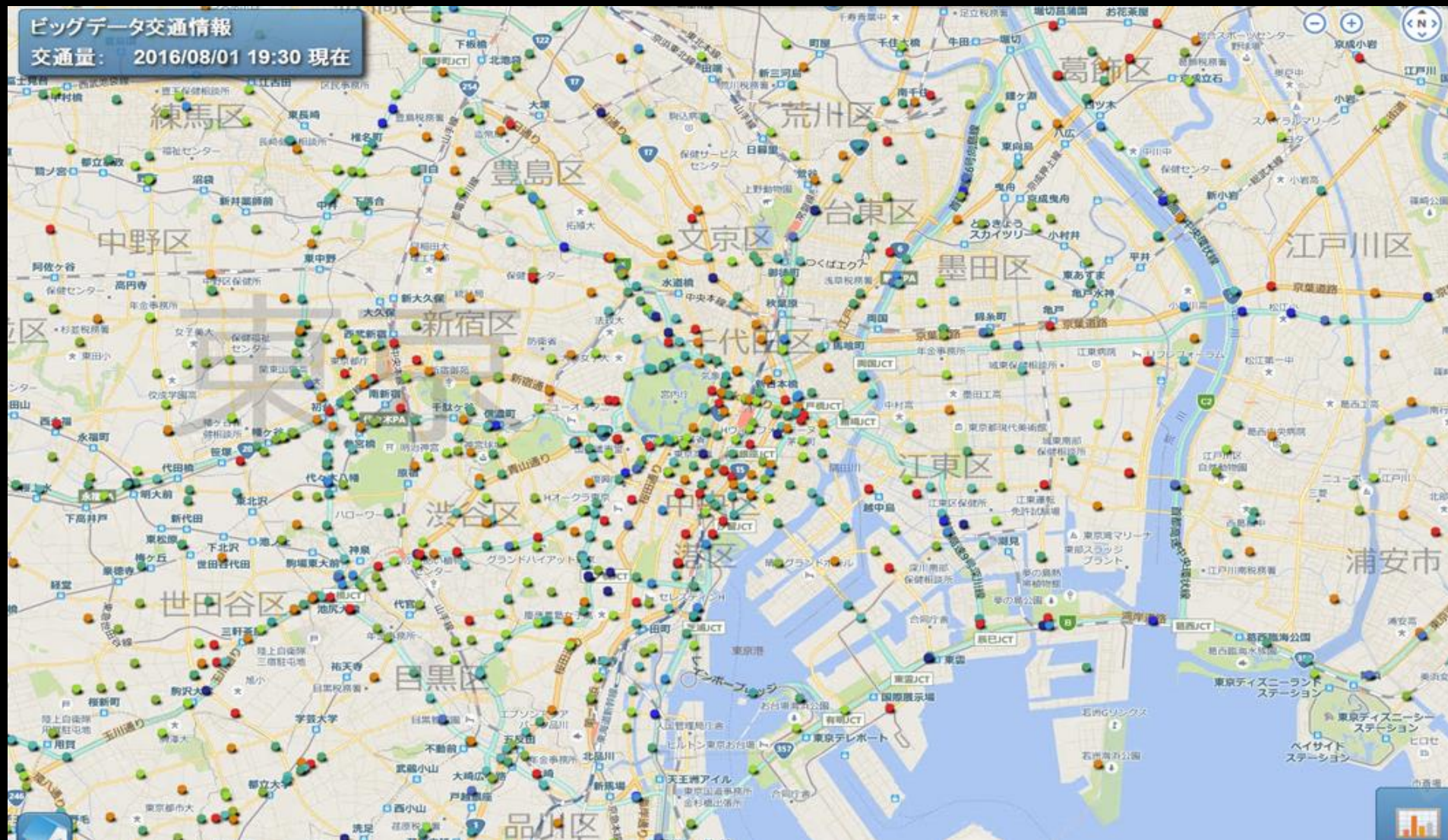


本日の内容

- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例**
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

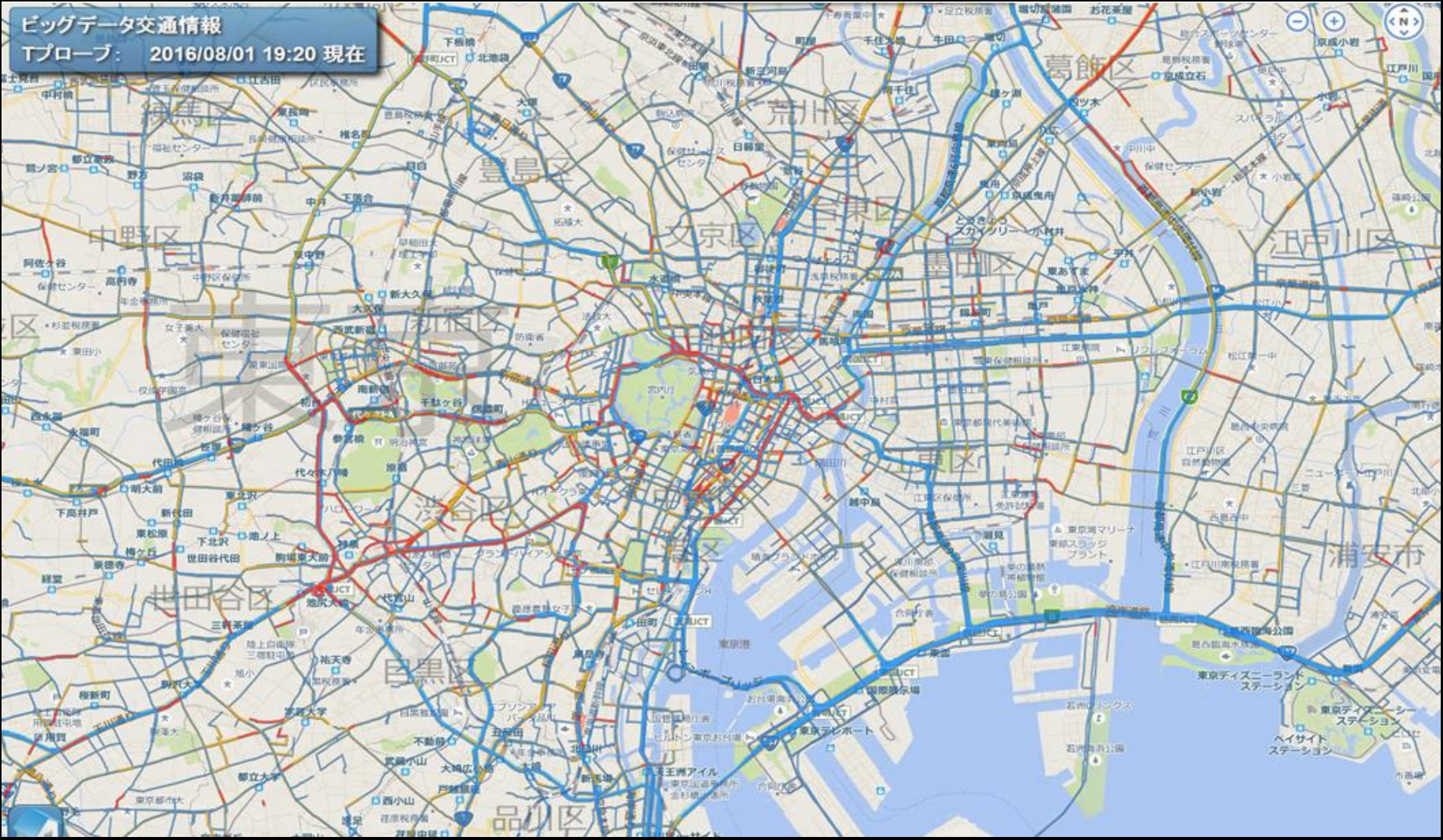
現在のコネクティッドサービス

交通情報サービス



現在のコネクティッドサービス

交通情報サービス



現在のコネクティッドサービス

先読み情報サービス

ビッグデータ交通情報
路面情報: 2016/10/20 15:00 ~ 2016/10/20 20:00

右側メニュー:

- VICS規制情報: Off
- Tプローブ: Off
- 通れた道(2016/10/17 12:00): On
- 通れた道(過去24時間): Off
- VICS規制情報: Off
- Tプローブ: Off
- 道路情報: On
- 表示: On
- 日付: 2016/10/20
- 期間: 日 週
- 時間帯: 15:00 - 20:00
- 表示種別: 道路状況 外気温
- 発生地点: ABS, TRC, VSC
- 地点移動: 東京, 名古屋, 愛知県, 東京, 名古屋, 札幌, 佐賀県
- ツール, オプション
- 現表示範囲用URL

サービス化事例

通れた道マップ

災害発生時の安全な走行のために

お知らせ 現在、アクセス集中のため、一部の情報に限定して表示しております。ご迷惑おかけし大変申し訳ございません。 ※表示されない場合はブラウザのキャッシュの削除をお試しください。

表示切替 エリア切替 近畿・東海地域 ご利用ガイド

通れた道
取得時間 8:24
○ 直近3時間
● 直近24時間

T-プローブ交通情報
取得時間 8:20
● 表示
○ 非表示

航空写真
● 表示
○ 非表示

交通規制情報
取得時間 8:20

凡例

- 通れた道
- 混雑
- 渋滞
- 航空写真
- 通行止
- 進入禁止
- 大型通行止
- 入口閉鎖
- チェーン規制

通れた道マップはMicrosoft® Bing Maps® Enterpriseライセンスを使用しています。

通れた道マップ

凍結路の見える化@札幌市

ビッグデータ交通情報
路面情報: 2016/10/20 15:00 ~ 2016/10/20 20:00

VIC5規制情報 Off
プローブ Off
通れた道(過去3時間) Off
VIC5規制情報 Off
プローブ Off
表示 On
日付 2016/10/20
期間 日 月
時間帯 15:00 - 20:00
表示種別 道路状況 外気温
発生地点 ABS TRC VSC
表示切替 東京 名古屋 愛知県 東京 名古屋 札幌 長野県
テーマ オプション
個人利用規約

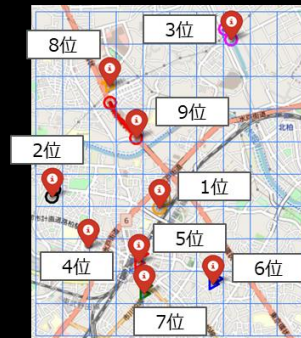
危険運転エリア通知

必要な人に必要な場所で必要な情報を届ける

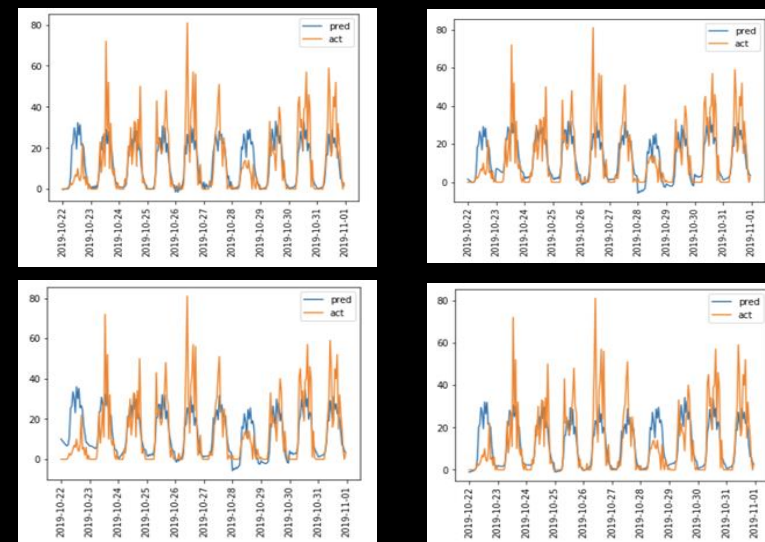
特定の曜日・時間帯・気象条件等で
危険度が高まる地点を特定

〈技術的なチャレンジ〉

- ・危険度が高まる条件の特定・検出方法
- ・危険度の予測方法
- ・多種多様なデータからの特徴量抽出 etc.



実績値 予測値



本日の内容

- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

車両から得られるビッグデータとは・・・

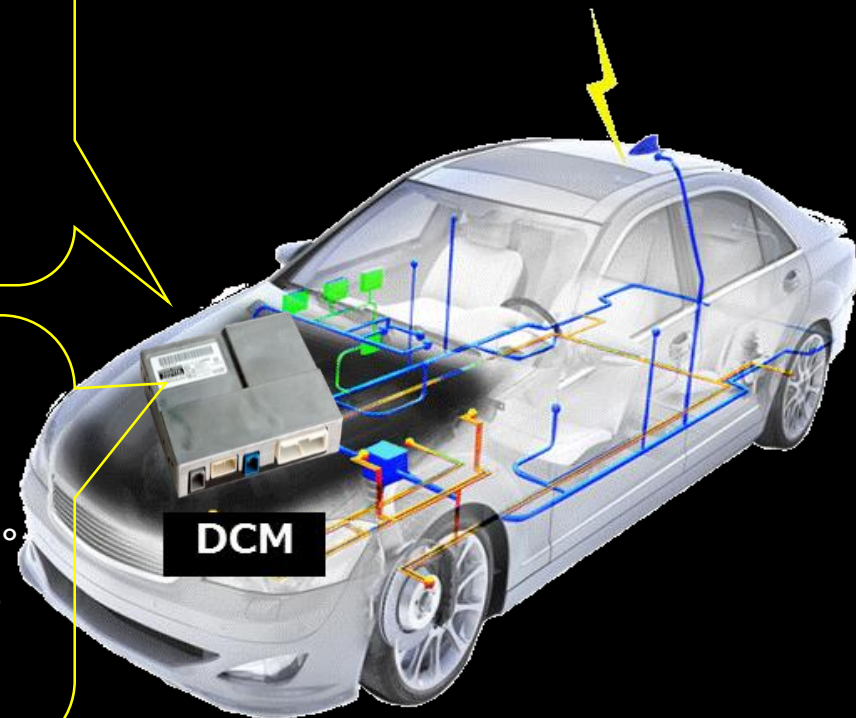
Data **C**ommunication **M**oduleを介して、トヨタのデータセンターに蓄積される「**位置情報**」や、車に搭載された各種コンピューターが発する「**状態情報(走・曲・止)**」データ(通称: **C**ontroller **A**rea **N**etwork データ)。

「位置情報」

GPSに加え車両に組み込まれたジャイロセンサー等からより精緻な位置情報を生成。

「CANデータ」

車はいまやコンピューターによって制御されているモビリティ。エンジン/トランスミッション/ステアリング/アクセル/ブレーキ等を制御しているECUが様々なデータを生成。



車両から得られるビッグデータとは・・・

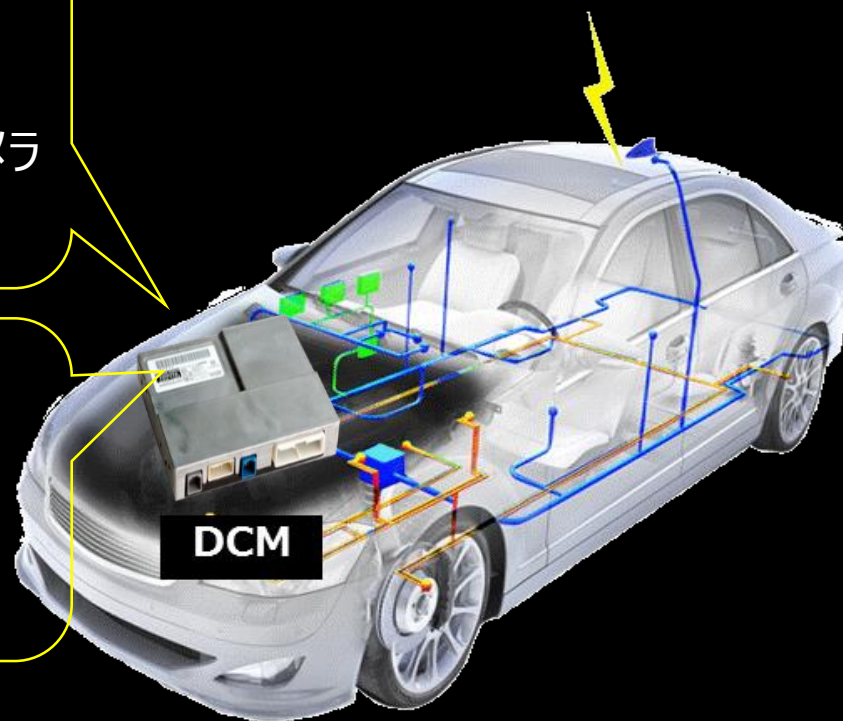
さらには、周辺状況をセンシングした**「画像データ」**や**「LiDAR」**データ。

「画像データ」

車両の前後左右に取り付けられたカメラから撮影したカメラ画像、およびエッジAI処理により物体認識した結果。

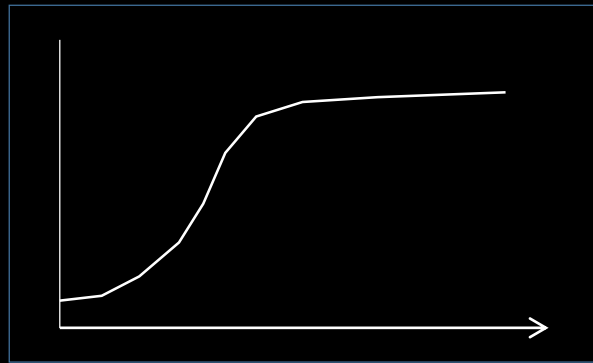
「LiDARデータ」

高度運転支援や自動運転に必要とされる物体までの距離を計測するLiDARからのデータ、および 同上。



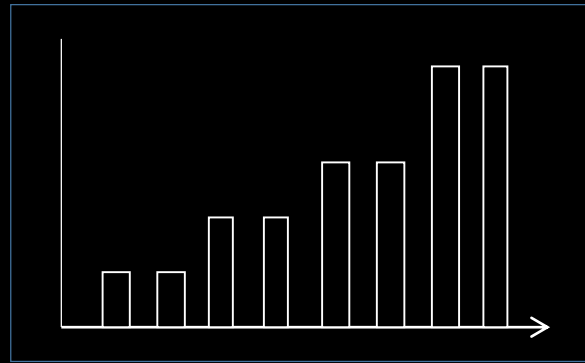
車両ビッグデータのデータ量予測

クルマから収集されるデータ量はますます膨大に

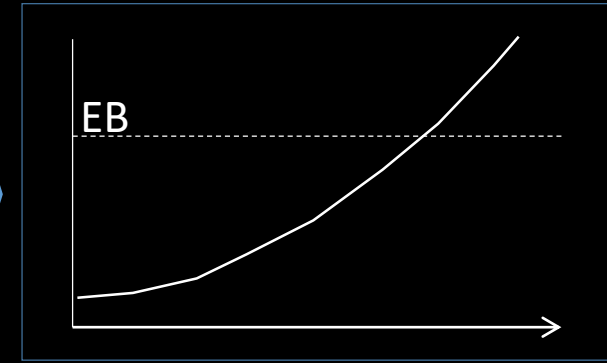


コネクテッドカー総台数の遷移

×



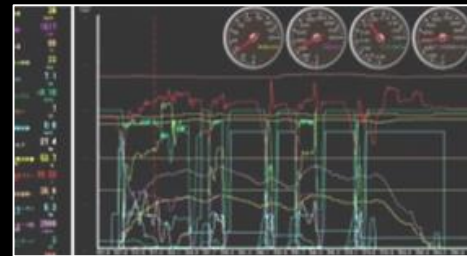
台あたりデータ転送量の遷移



コネクテッドカー総データ転送量



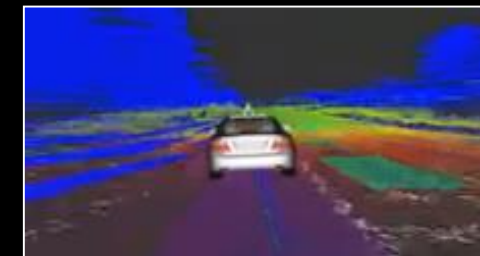
位置情報
~数十KB/月 [常時]



CANデータ
~百MB/月 [常時]



地図生成用画像データ
~数GB/月 [適時]



周辺センシングデータ
~数十GB/月 [適時]

台あたりデータの種類とデータ規模

TOYOTA

将来の車両ビッグデータ活用基盤に求められる要件

コネクティッドカーの普及とデータの増加を見据えた構えが必要

①性能要件

	現在	2025年
データ量	・数十MB/台・月×数十万台	・数百MB以上/台・月×数千万台
データ種	・CAN ・数十種類のセンサーデータ ・制御データ、ダイアグデータ	・数百種類のセンサーデータ ・画像データ、LiDARデータ ・個々の行動履歴データ
処理速度	・数分	・数ms

②ビッグデータセンターの規模（現状成り行き）

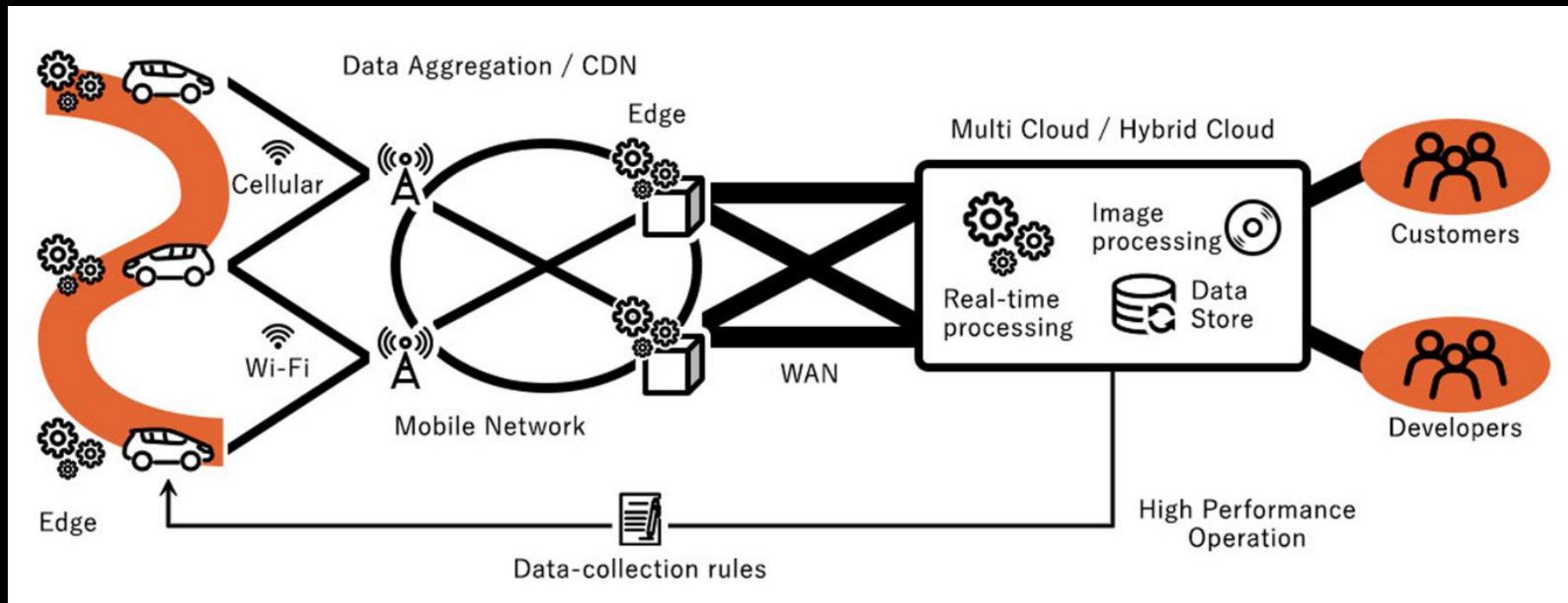
車両走行データを数千万台から
数年間にわたって蓄積すると
巨大なデータセンターが必要

取組方針

- ・技術進化を見込み、一気につくり、段階的に拡張。
- ・ソフトウェア処理を最適化することで、処理負荷を軽減。
- ・処理を明確化して、データを必要な分だけ残す。
- ・分散処理により、コスト減。

車両ビッグデータ活用基盤の将来像

"End-to-End" コンピューティング
 車載システム～(エッジ) クラウドが協調してサービスを作る

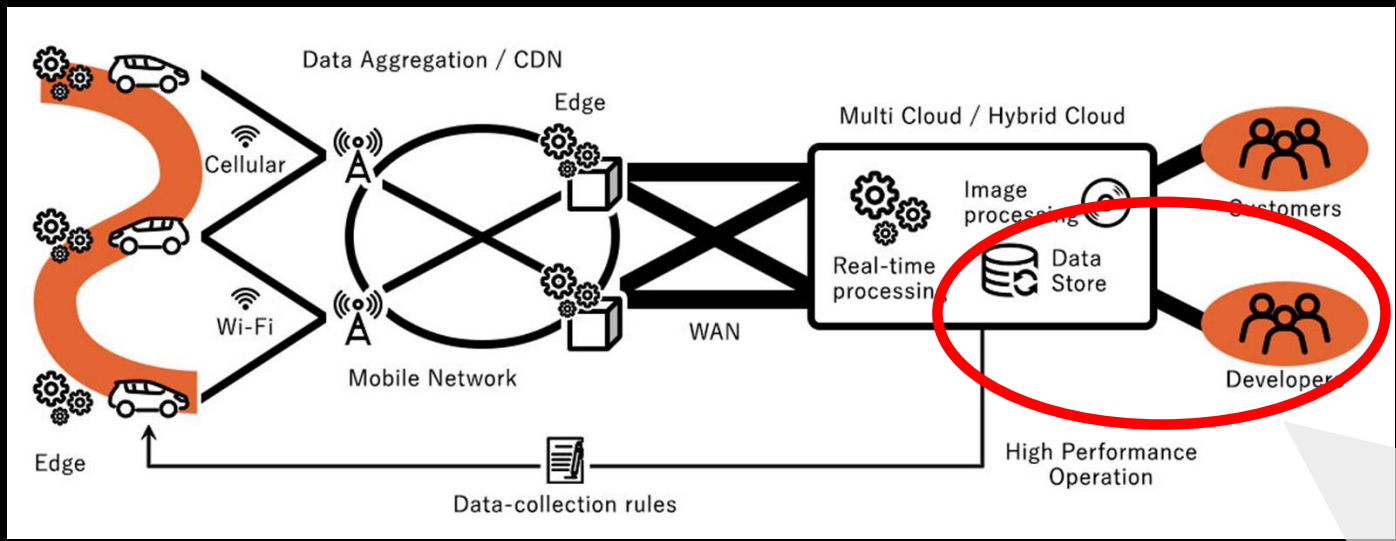


EBクラスのデータに対応した基盤・データハンドリングが必要
 膨大なデータを適切なタイミング・場所で適切に処理し続けることが課題

本日の内容

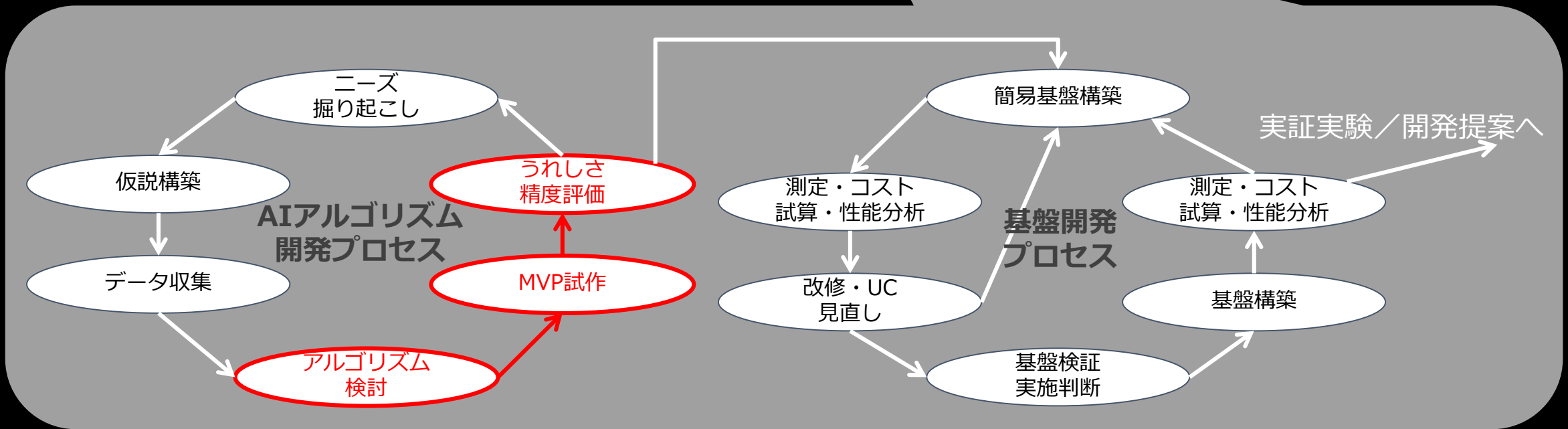
- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

ビッグデータ活用におけるR&Dの流れ



新規AIアルゴリズム開発のため
前処理/機械学習/評価の流れを
アジャイルに回す必要あり

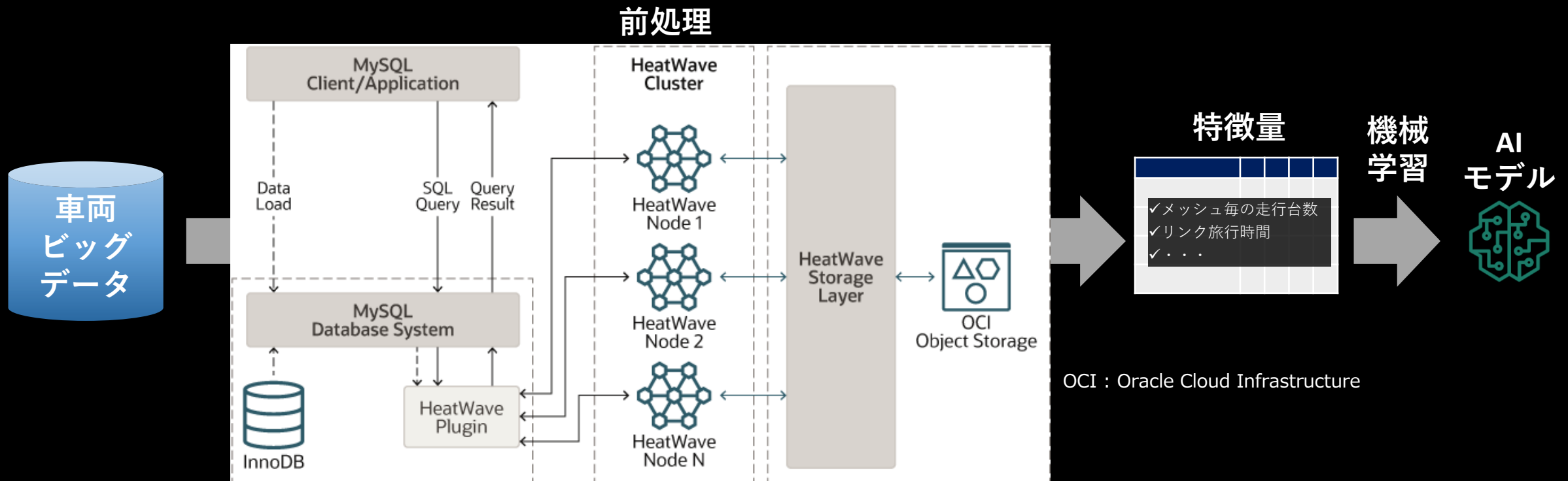
⇒ HeatWaveによる
前処理高効率化を検討



MySQL HeatWave

- ☺ HTAPに対応したインメモリ・カラムナ型データベース
- ☺ ノード/コア/命令レベルの並列化による高速分析が可能

⇒AIアルゴリズム開発におけるアドホックな分析ニーズに対応できると期待



出典 : <https://dev.mysql.com/doc/heatwave/en/heatwave-introduction.html>

検証結果サマリ

凡例

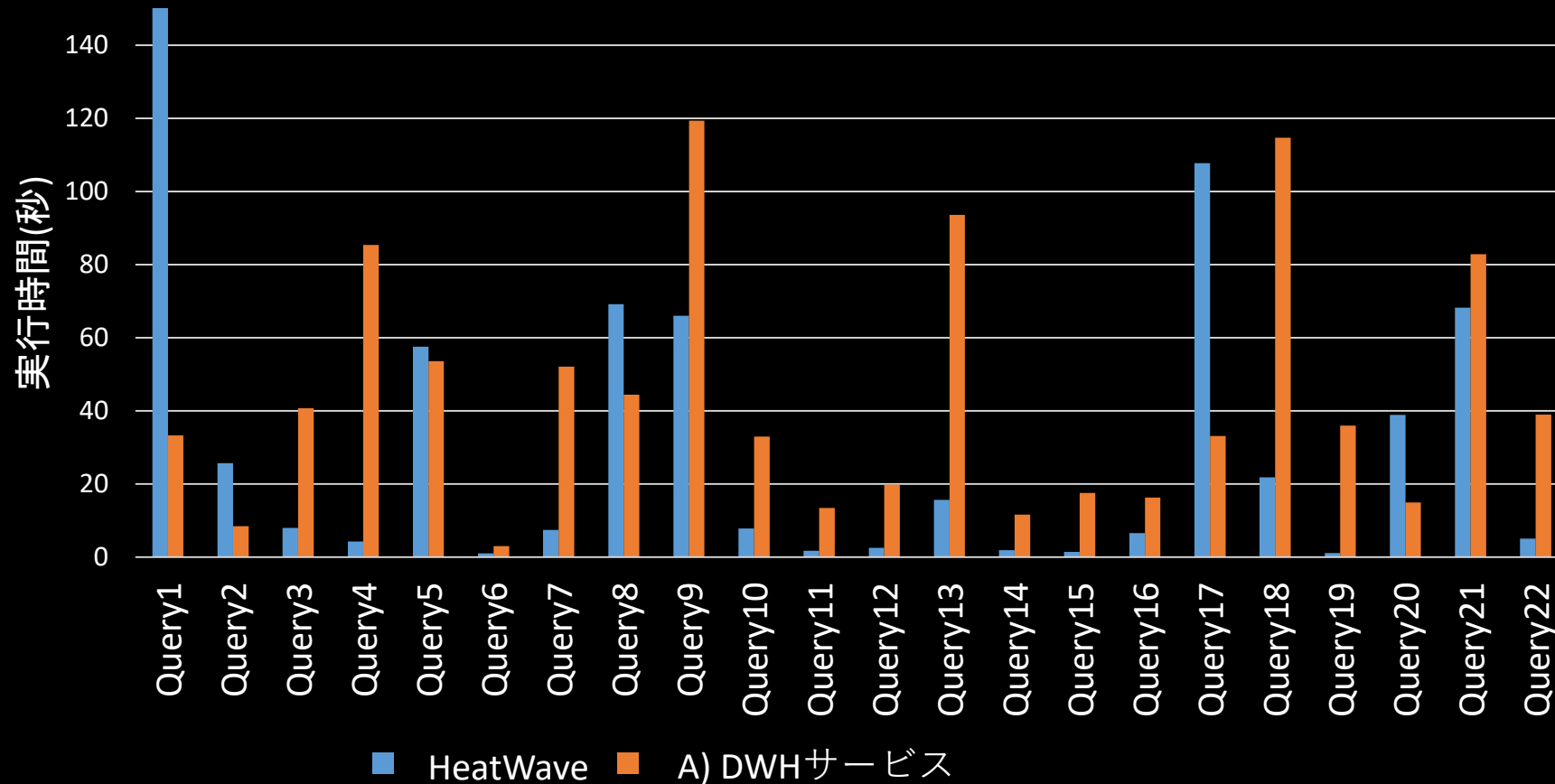
A: DWHサービス
B: 大規模データ検索サービス
C: データ処理サービス
D: ETLサービス

想定ユースケース	評価項目／観点	比較対象	評価結果
OLAPベンチマーク	TPC-Hによる性能 基礎性能評価	A	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 多くのクエリでHeatWaveが2～30倍高速。 ◆ 利用料金を考慮するとHeatWaveが6倍以上コスト効率がよい。
ダイナミックマップ	範囲検索性能 基礎性能評価	Redis	◆ Redisが苦手とするキースキャンにおいて、HeatWaveが数千倍高速。
	キー検索性能 基礎性能評価	Redis	◆ Redisが3倍高速だがHeatWaveも実用に耐える。
機械学習用データの抽出	大量データの入出力性能 大量データから必要データを抽出する性能の確認	B, C, D	◆ 大量データ(数TB)の出力にはHeatWaveは現時点で不適。
特徴量抽出 (多変量の統計情報算出)	集約処理 (GROUP BY) 性能 データストアに格納されたデータから特徴量を抽出する処理性能の確認	B	◆ HeatWaveが2～60倍程度高速。
パターン発見 (軌跡データマイニング)	結合処理 (JOIN) 性能 特定条件で抽出されたVIN集合と車両走行ログをJOINする処理性能の確認	B, D	◆ HeatWaveが2～5倍程度高速。

大規模データI/Oに課題はあるものの概ね良好な結果を得た

OLAPベンチマーク

一部のクエリ以外はHeatWaveが高速

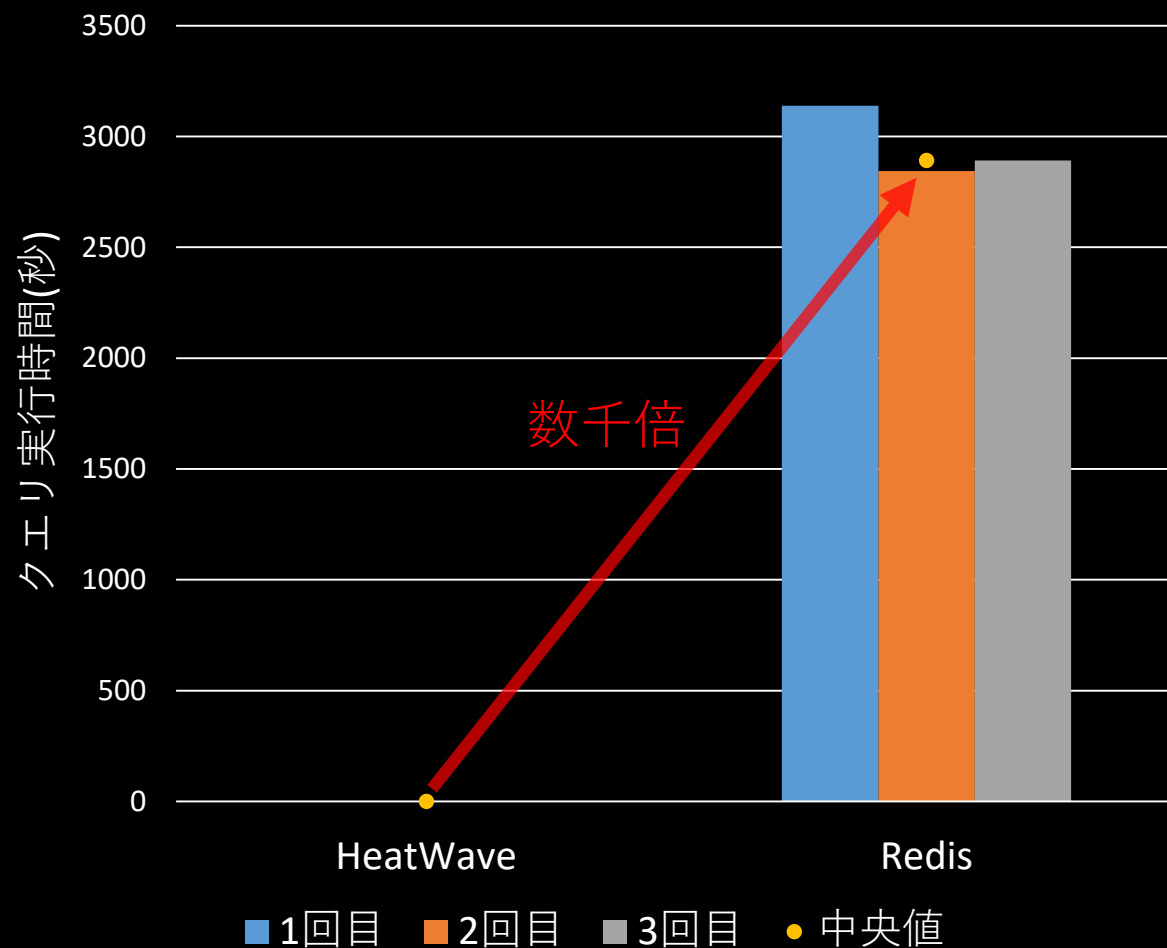


- ✓3TBのテストデータを投入し検証実施
- ✓検証条件を極力統一するため、格納可能データサイズ基準でノード台数を決定

(参考) 利用料金比較			
#	名称	構成	利用料金
1	HeatWave	8台(4TBメモリ)	約30万/月
2	A	2台(5TBストレージ)	約100万/月

※3倍程度HeatWaveの方が安価

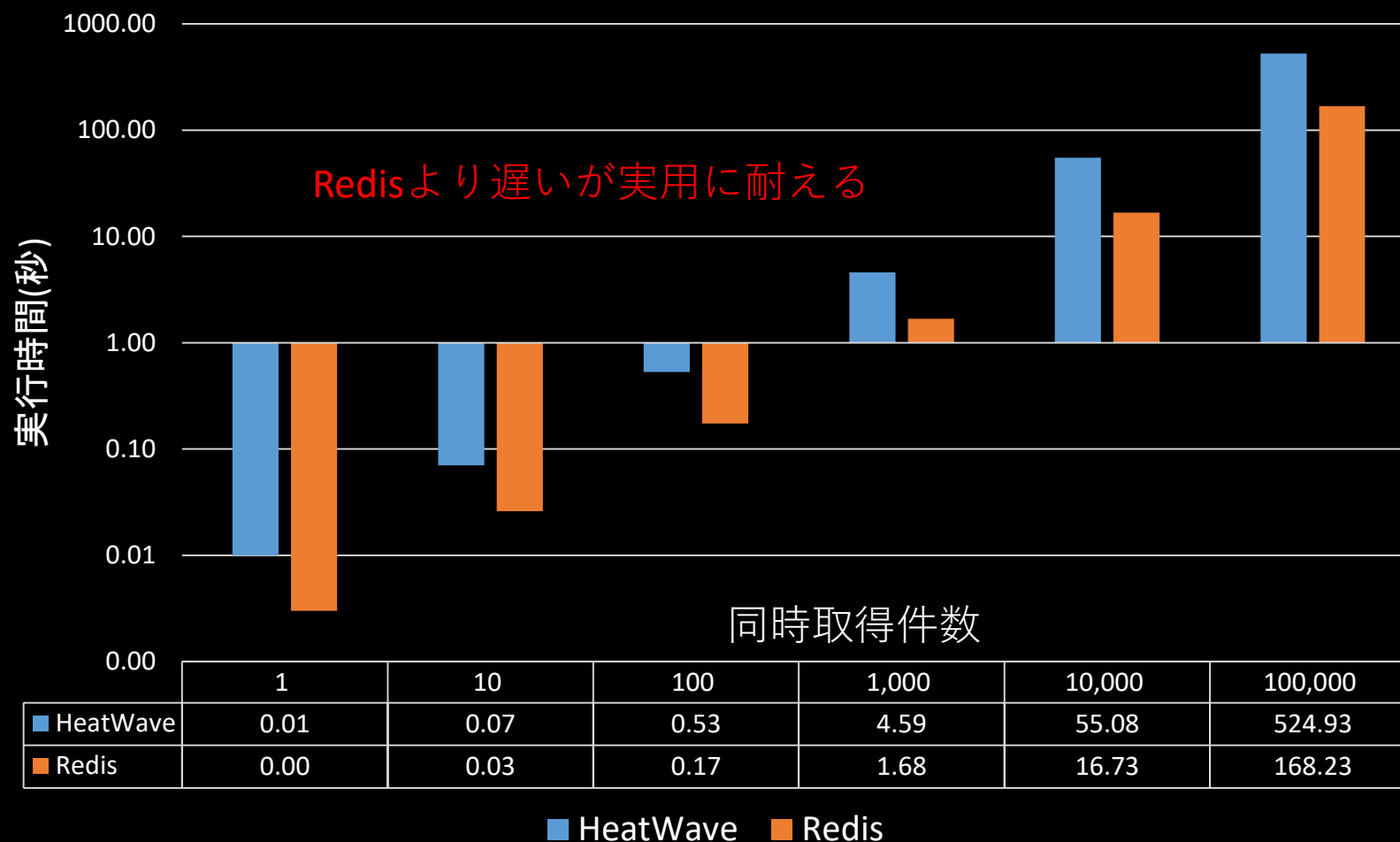
ダイナミックマップ (範囲検索)



- ✓ 400GBのテストデータで検証実施
- ✓ Redisについては「VIN+Timestamp」でPK設計を行い、Timestamp項目を「*」キー検索することでスキャン例) 「AAA011212+202104010100*」で検索することで特定車両の1分間に記録されたデータを取得
- ✓ リソース条件を極力統一するため、格納可能データサイズ基準でノード台数を決定

(参考) 利用料金比較		
小分類	構成	利用料金
HeatWave	2台(1TBメモリ) ※最少サイズ構成	約8万/月
Redis (クラウド)	1台(0.5TBストレージ) ※最大サイズ構成	約60万/月

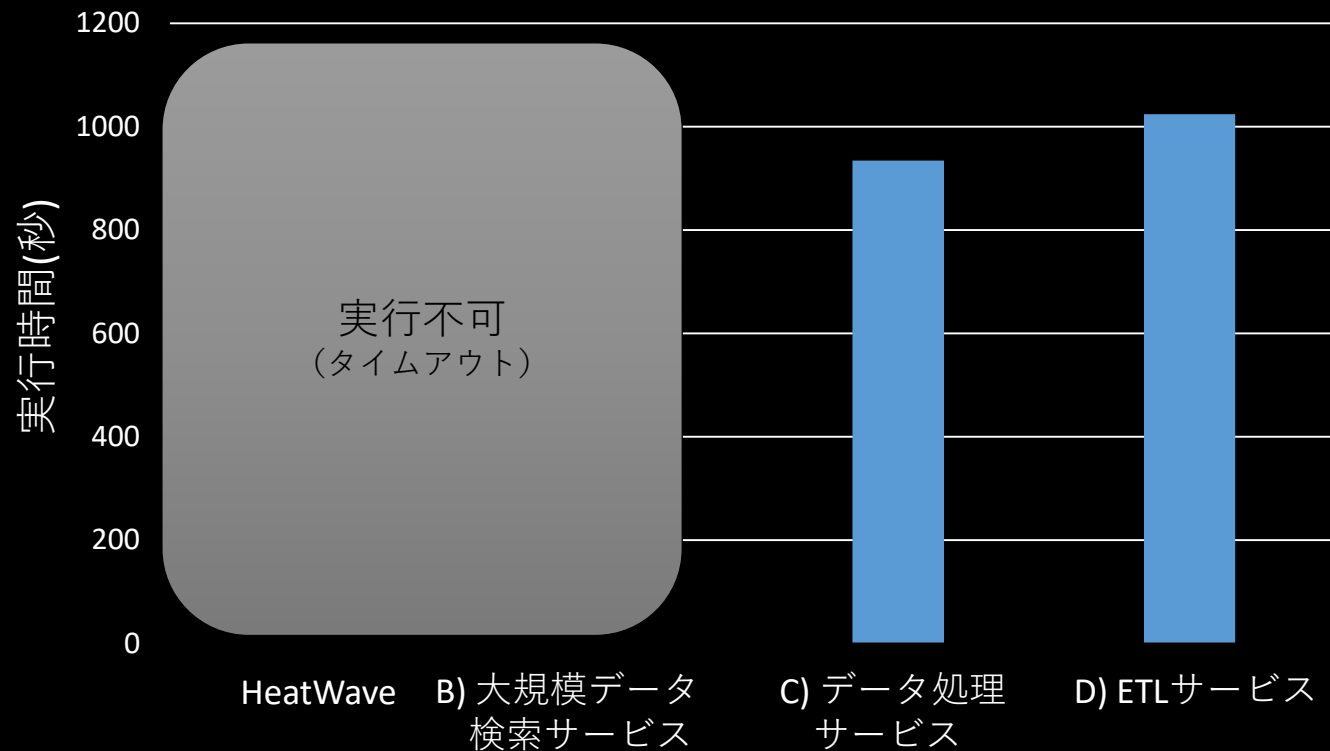
ダイナミックマップ (キー検索)



- ✓単純な1件取得では計測誤差が大きいため、データを取得する件数を増加させる条件で実行
- ✓データサイズ・実行環境については範囲検索と同様

機械学習用データの抽出

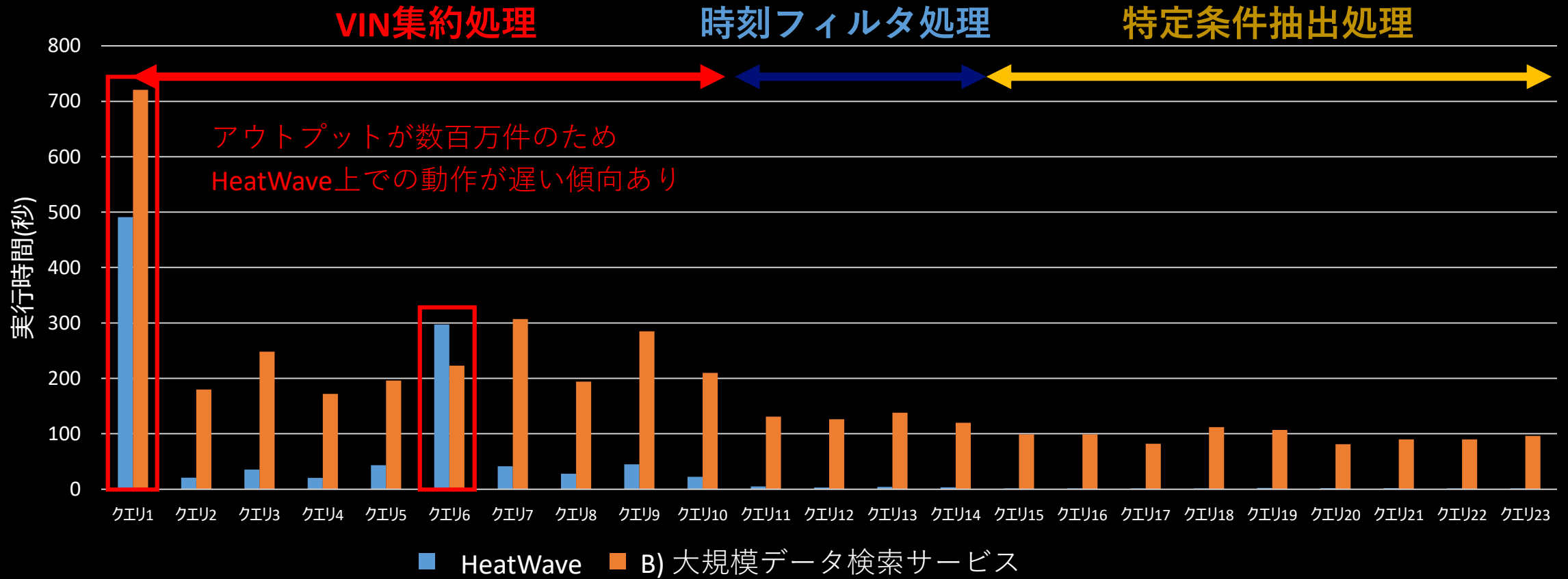
大量データ（結果セット）の出力には現状性能面で課題あり



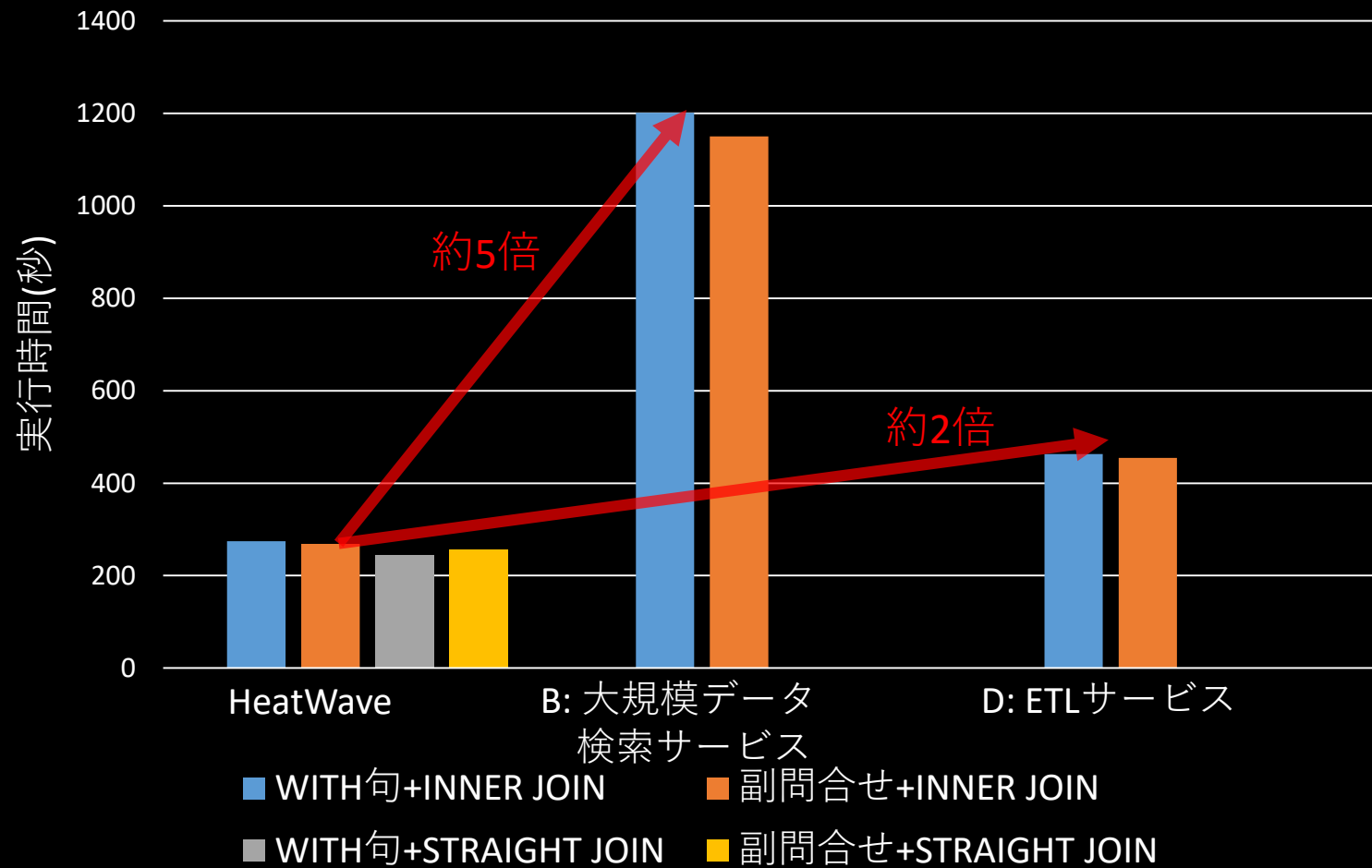
(参考) 利用料金比較		
名称	構成	利用料金
HeatWave	24台(384コア)	約100万/月 ※常時起動の前提
B	—	約30万/月 ※1TBのデータリードクエリを一日20回実行した前提
C	24台(384コア)	約200万/月 ※常時起動の前提
D	24台(384コア)	約18万/月 ※15分のクエリを一日20回実行した前提

- ✓ 格納データとして6TBのテストデータを投入し検証実施
- ✓ リソース条件を極力統一するため、搭載CPU基準でノード台数を決定

特徴量抽出



パターン発見



- ✓ データ条件・環境構成条件は「機械学習用データの抽出」と同様
- ✓ HeatWave上ではJOIN順序を固定するSTRAIGHT JOINを実施
- ✓ クエリの実装方法としてWITH句および副問合せの実装パターンを比較

本日の内容

- I. 現在のコネクティッドサービスと今後への期待
- II. 車両ビッグデータを活用したサービス例
- III. 車両ビッグデータ活用の基盤要件とアプローチ
- IV. 検証事例) MySQL HeatWaveによるデータ解析高効率化
- V. 今後の方向性

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。

Value

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メージーションと
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。



ご清聴ありがとうございました。



TOYOTA