

世界で戦うアスリートが求める サーバーレステータ分析プラットフォーム ～**Its data is even more powerful than its engine.**～

高見 航平

デロイトトーマツコンサルティング合同会社

dXCo / Manager

丁 一帆

デロイトトーマツコンサルティング合同会社

dXCo / Senior Consultant



Agenda

- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion



Agenda

- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion



A photograph of a man with short dark hair and a warm smile, wearing red-tinted sunglasses and a black polo shirt. He is standing in the foreground, positioned in front of a large, multi-tiered set of grey metal bleachers. Behind him is a wide-angle view of a racing circuit, featuring a green grassy infield, several turns, and a long straightaway. In the distance, there are various buildings, trailers, and what appears to be a pit lane area. The sky is clear and blue.

Kohei Takami

Deloitte Tohmatsu Consulting
Manager



Motorsports



Soccer



BMX



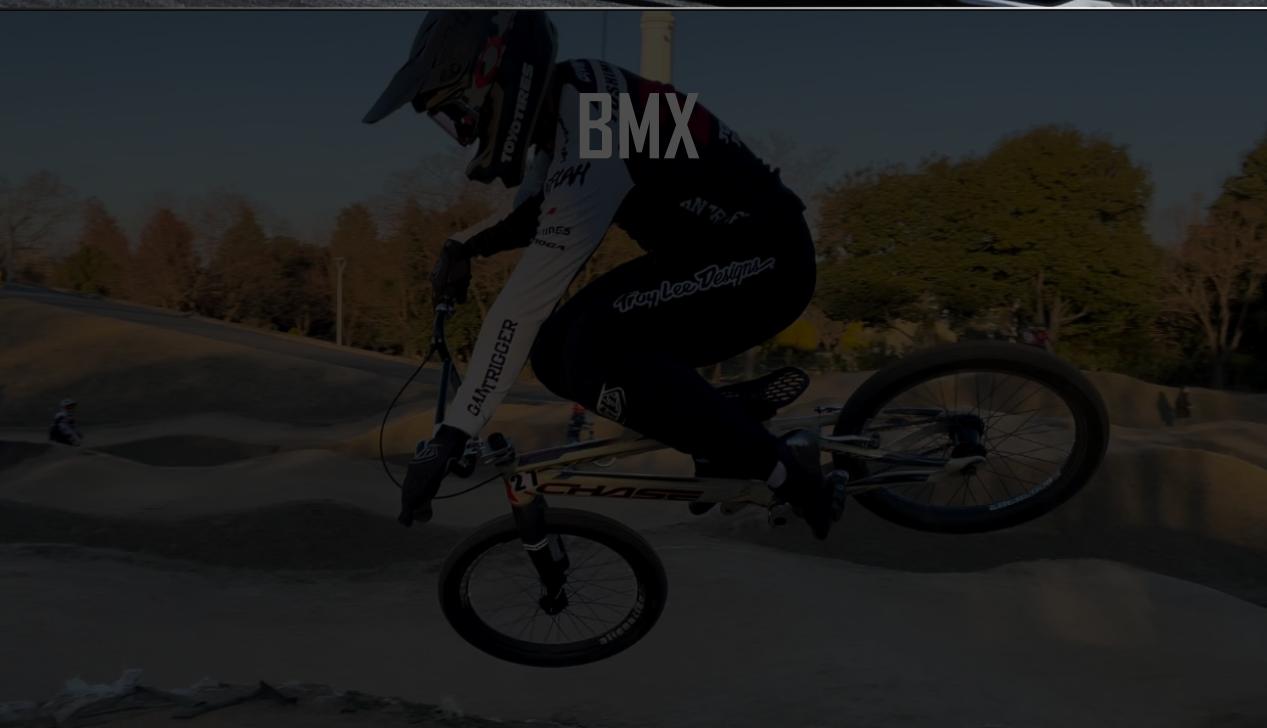
Basketball



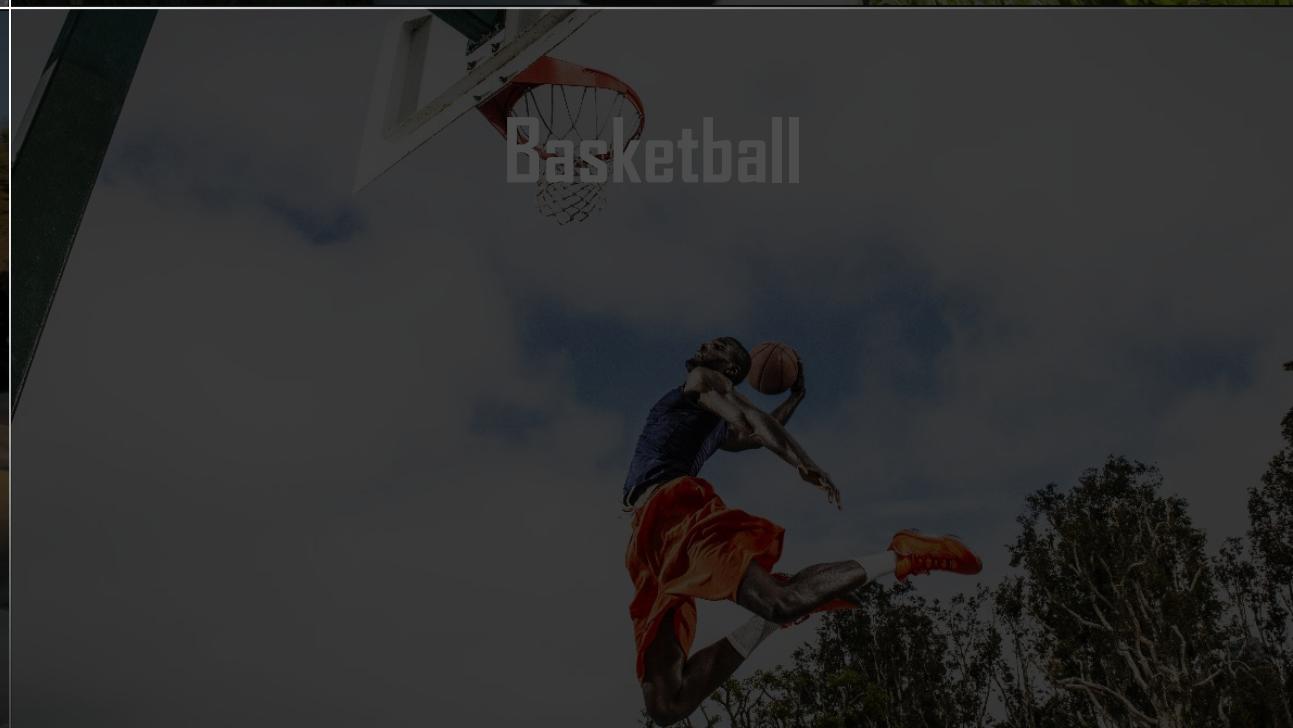
Motorsports



Soccer



BMX



Basketball

Agenda

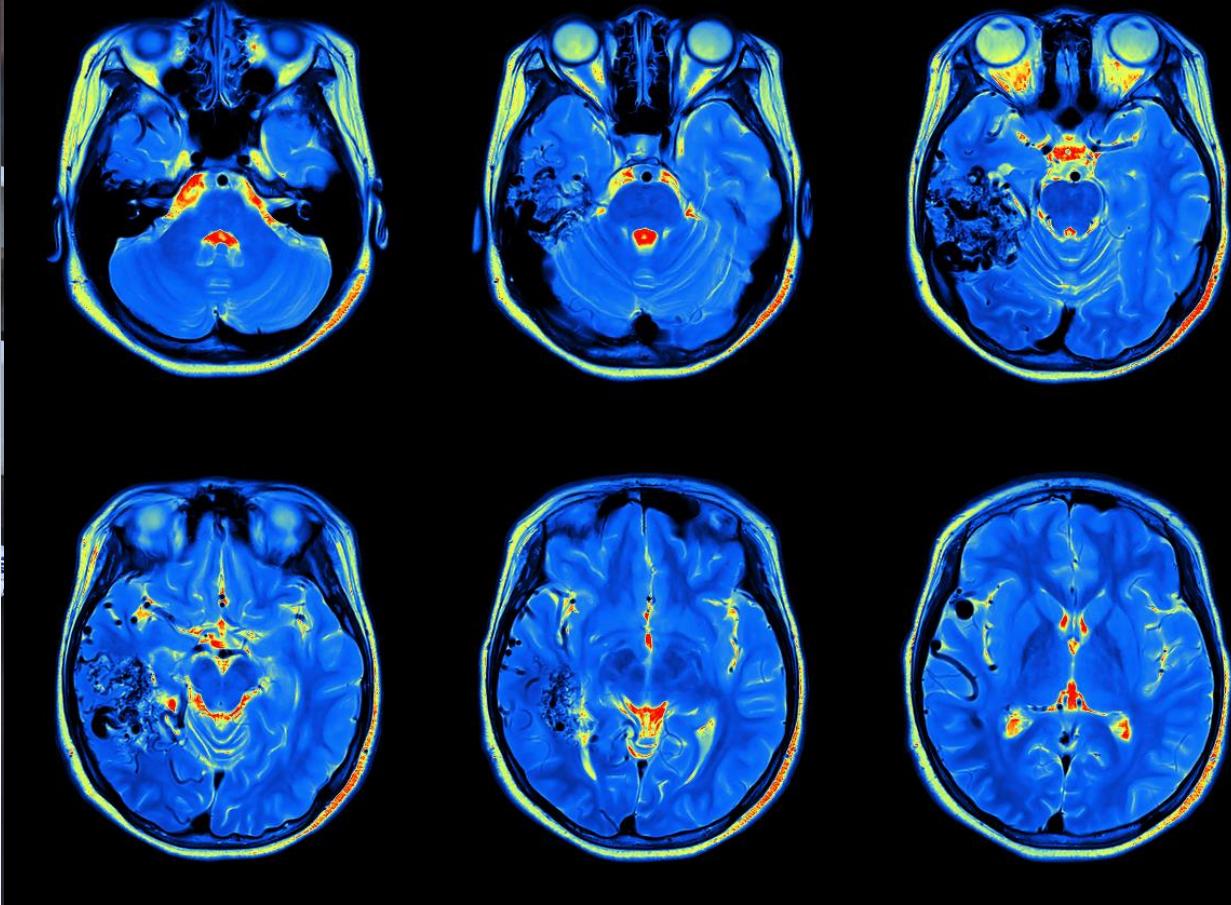
- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion





Data Analysis

モータースポーツにおいて北米および国内の最高峰カテゴリである Indy carとSuper GTにおいて、レースチームの競技力向上を目的にデータ分析支援を実施



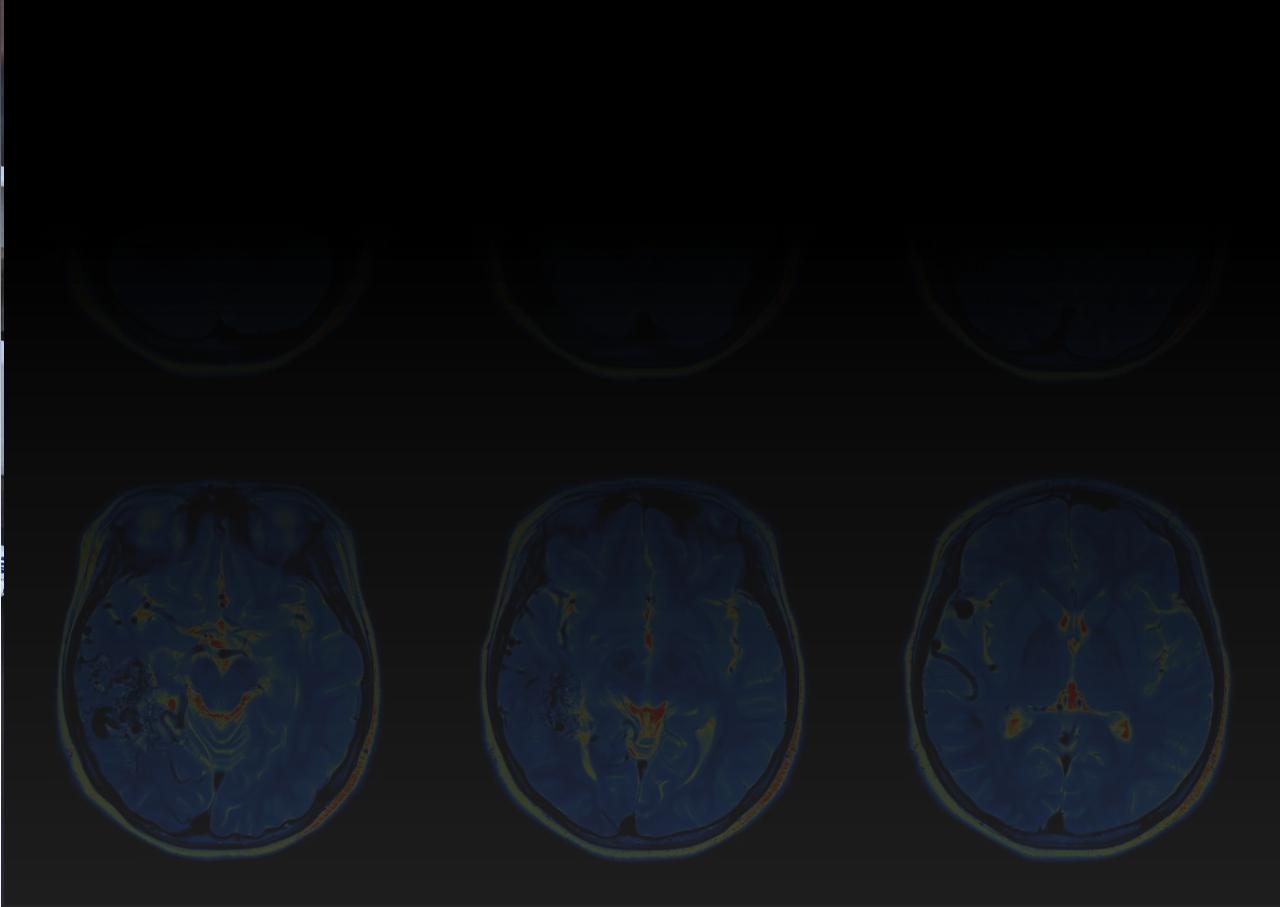
Brain Research

アスリートのような熟練者と一般人との脳構造・脳機能の違いを研究・分析し、その研究成果や各データを用いた社会還元活動を実施



Data Analysis

モータースポーツにおいて北米および国内の最高峰カテゴリである Indy carとSuper GTにおいて、レースチームの競技力向上を目的にデータ分析支援を実施

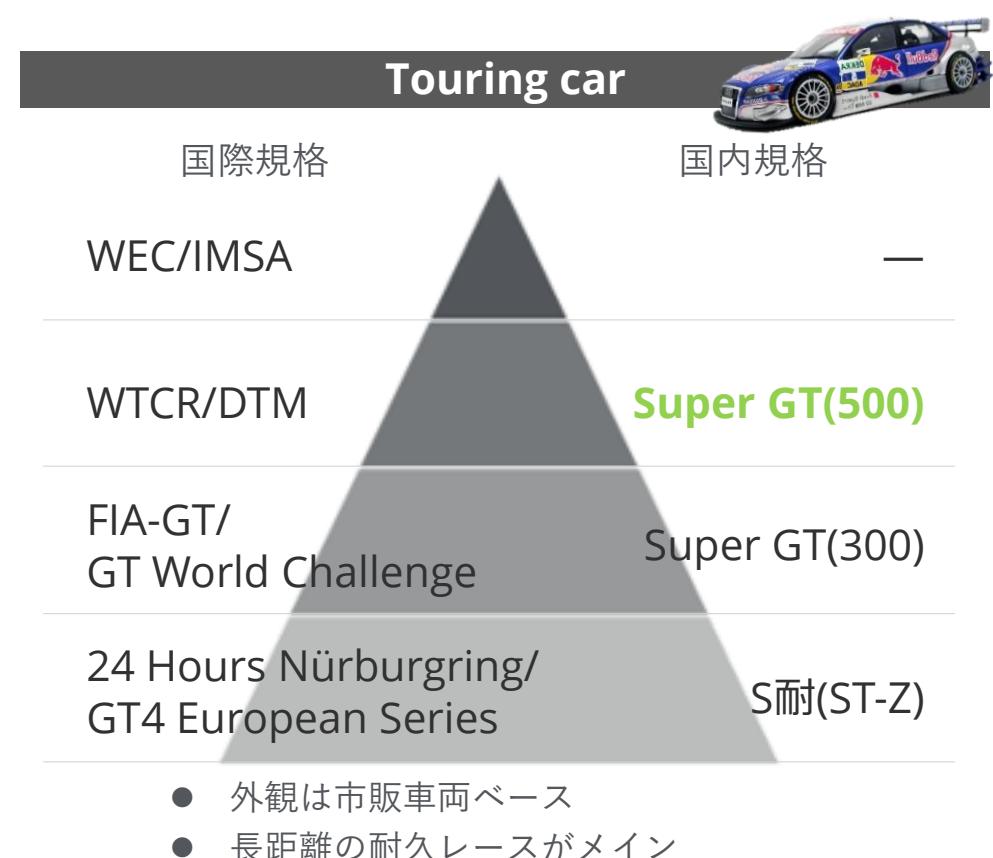


Brain Research

アスリートのような熟練者と一般人との脳構造・脳機能の違いを研究・分析し、その研究成果や各データを用いた社会還元活動を実施

Motor sports hierarchy

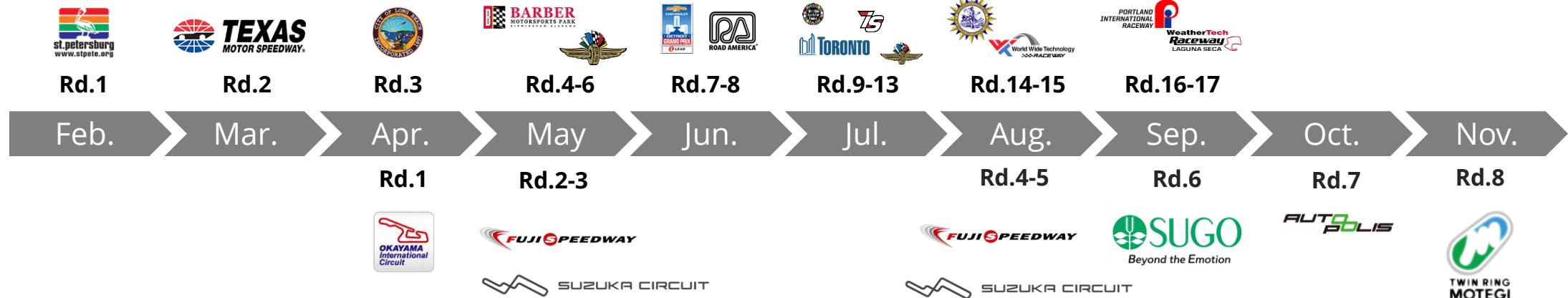
国内外のトップシリーズであるIndy CarとSuper GT(500)での競技支援を行っています。



2022 schedule

北米カテゴリであるIndycarは2~9月で全17戦、日本国内カテゴリであるSuper GT (500) は4~11月で全8戦を予定しております。

Indy Car



Super GT(500)

Hectic schedule of the race week

レースがある週は、金曜に練習、土曜に予選、日曜に決勝といったフォーマットでイベントが開催されます。コンディションや状況の把握を目的とした練習セッション、速く走ることを目的とした予選、1位になることを目的とした決勝と、目的別にサポートをしています。

Practice (Fri.)

- ・ ロングラン走行×複数回
- ・ レース運営ミーティング
- ・ 戰略ミーティング



Qualifying (Sat.)

- ・ 予選前戦略ミーティング
- ・ フィジカルコンディション調整
- ・ 予選走行×複数回
- ・ メディア対応



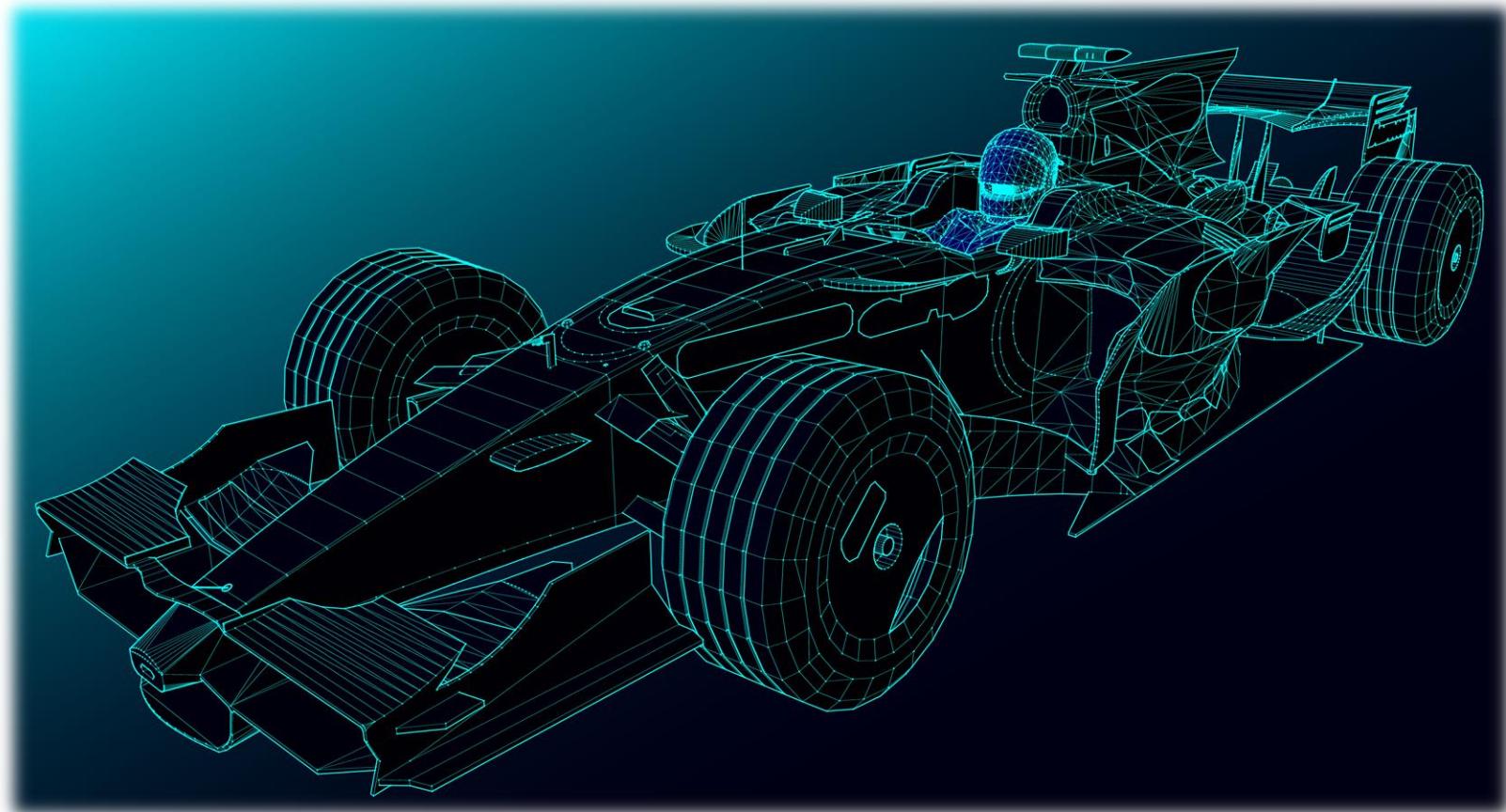
Race (Sun.)

- ・ 決勝前ミーティング
- ・ 決勝走行
- ・ メディア対応



Big data in motorsports

モータースポーツで使われる車には100を超えるセンサーが付けられています。商用車で獲得しているスピード、エンジン回転数、燃費等のデータに加えてタイヤの負荷・温度、ブレーキパッドの温度等、一回の練習走行で数十ギガバイトにも及ぶデータを取得しています。

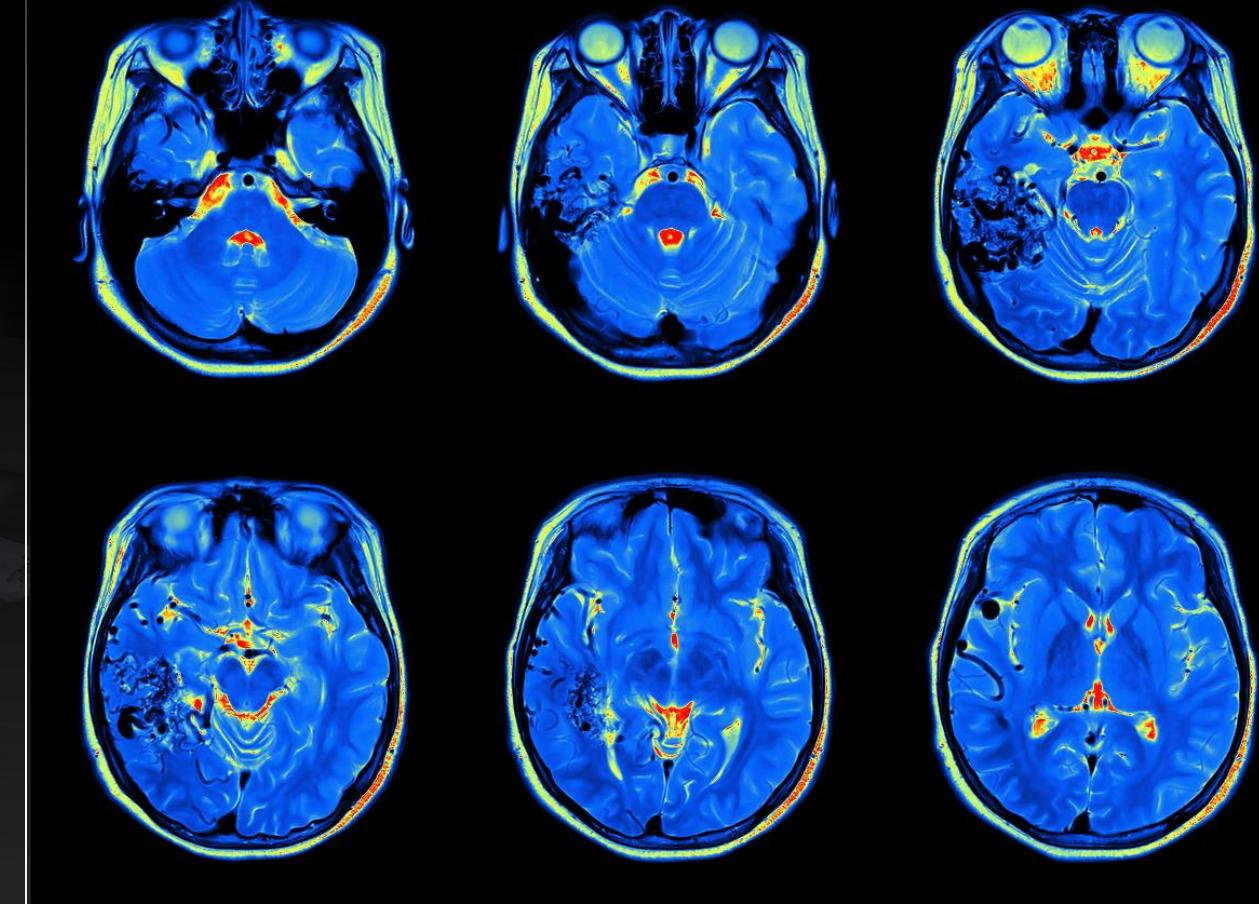


デモをご覧ください



Data Analysis

モータースポーツにおいて北米および国内の最高峰カテゴリである Indy carとSuper GTにおいて、レースチームの競技力向上を目的にデータ分析支援を実施



Brain Research

アスリートのような熟練者と一般人との脳構造・脳機能の違いを研究・分析し、その研究成果や各データを用いた社会還元活動を実施

Human cognitive data to be our scope

運転行動の3要素として認知・判断・操作があります。その中で、人間の脳内のプロセスである「認知」と「判断」も我々の取り組みのスコープとして定義して、活動を推進しています。

運転行動の3要素

これから

認知

視覚、聴覚などによって
周りの状況を把握する

これまで

操作

認知と判断に基づいて、
具体的な運転操作を行う

データ取得方法

脳機能計測 (MRI,fMRI)

ロガーデータ、走行動画

Prior research

先行研究として、一流サッカー選手であるネイマール選手の脳の特殊性に関する研究がありました。本研究を推進されていた研究機関であるCiNetと連携して、レーシングドライバーの脳の特殊性に関する共同研究を進めています。

**frontiers in
HUMAN NEUROSCIENCE**

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
published: 01 August 2014
doi: 10.3389/fnhum.2014.00594



Efficient foot motor control by Neymar's brain

Eiichi Naito^{1,2*} and Satoshi Hirose¹

¹ Center for Information and Neural Networks (CiNet), National Institute of Information and Communications Technology, Suita, Japan
² Graduate School of Medicine and Graduate School of Frontier Biosciences, Osaka University, Suita, Japan

Edited by:
Sven Bestmann, University College London, UK

Reviewed by:
Eva Feredoes, University of Reading, UK
Joseph M. Galea, University of Birmingham, UK

***Correspondence:**
Eiichi Naito, Center for Information and Neural Networks (CiNet), National Institute of Information and Communications Technology, 2A6, 1-4 Yamadaoka, Suita, 565-0871, Japan
e-mail: eiichi.naito@nict.go.jp

How very long-term (over many years) motor skill training shapes internal motor representation remains poorly understood. We provide valuable evidence that the football brain of Neymar da Silva Santos Júnior (the Brasilian footballer) recruits very limited neural resources in the motor-cortical foot regions during foot movements. We scanned his brain activity with a 3-tesla functional magnetic resonance imaging (fMRI) while he rotated his right ankle at 1 Hz. We also scanned brain activity when three other age-controlled professional footballers, two top-athlete swimmers and one amateur footballer performed the identical task. A comparison was made between Neymar's brain activity with that obtained from the others. We found activations in the left medial-wall foot motor regions during the foot movements consistently across all participants. However, the size and intensity of medial-wall activity was smaller in the four professional footballers than in the three other participants, despite no difference in amount of foot movement. Surprisingly, the reduced recruitment of medial-wall foot motor regions became apparent in Neymar. His medial-wall activity was smallest among all participants with absolutely no difference in amount of foot movement. Neymar may efficiently control given foot movements probably by largely conserving motor-cortical neural resources. We discuss this possibility in terms of over-years motor skill training effect, use-dependent plasticity, and efficient motor control.

Keywords: Neymar da Silva Santos Júnior, football brain, foot movement, medial-wall motor region, functional magnetic resonance imaging, efficient motor control, long-term physical training

*1 : CiNet : Center of Information and Neural Networks
(脳情報通信融合センター)
Efficient foot motor control by Neymar's brain
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4118031/>

Alliance Partners

国内トップクラスのレーシングスクールである「ホンダレーシングスクール鈴鹿」と、CiNetという国立研究開発法人と連携をして、本プロジェクトを進めています。



2021年よりF1に参戦する
角田裕毅選手を輩出



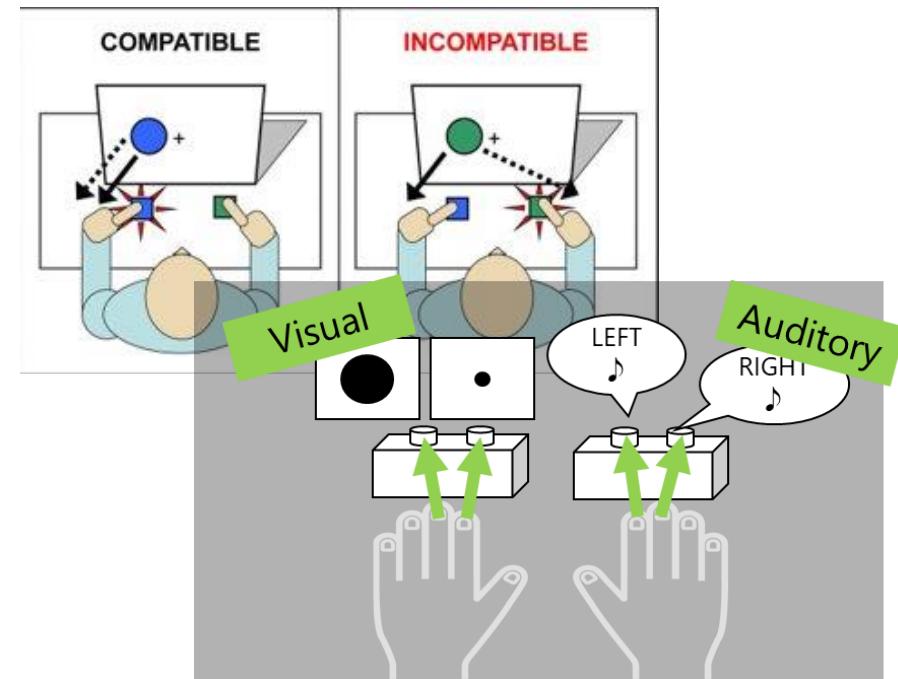
Experiment

被験者はMRIという実験デバイスに入り、MRIの中でボタン押し課題を行います。MRI内で聞こえる音や見える映像に応じたボタンの早押し課題を行い、その際の脳活動を計測します。

実験デバイス：MRI・fMRI



実験内容：ボタン押し課題

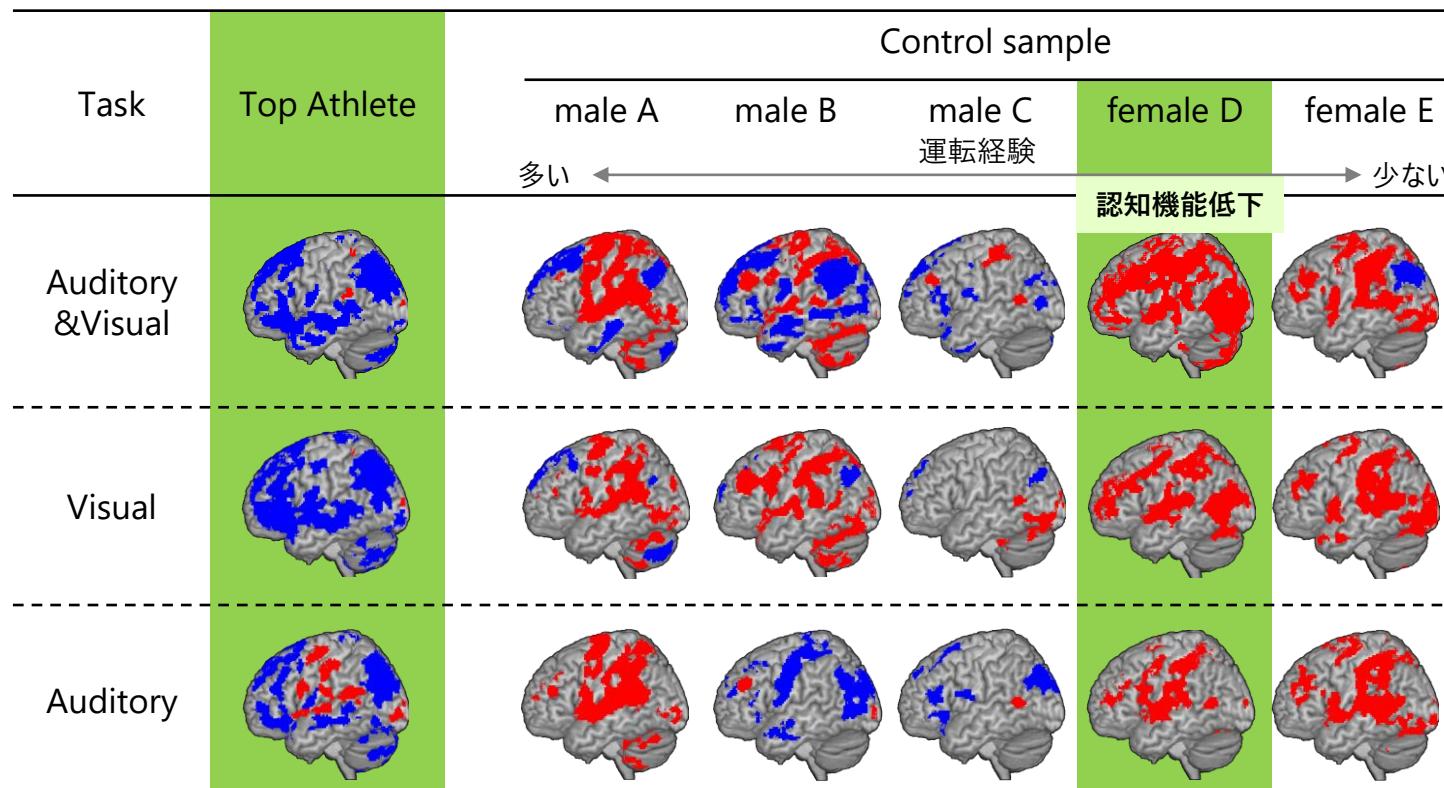


Achievements of our partner

一流アスリートと一般人（以下表のControl Sample）の間で顕著な違いが観察されました。一流アスリートは、タスクを行うために必要な脳の領域以外の活動を抑制する力が強いです。

課題別における脳活動量の変化の個人間比較 fMRI結果

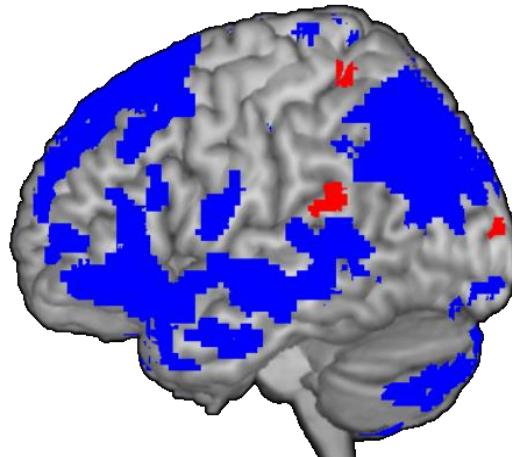
■活動抑制 ■活動



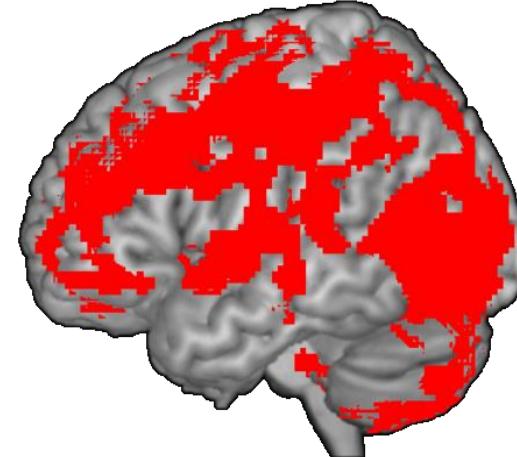
How we utilize the results in the future

認知機能が高く、運転がうまい人の脳になるためのトレーニングメソッドの開発や、将来的には認知機能向上に貢献する取り組みを通した社会貢献活動を目指しています。

認知機能が高い・運転がうまい人の脳



認知機能が低い・運転が下手な人の脳



加齢・老化



運転巧拙の指標開発
トレーニング手法の開発

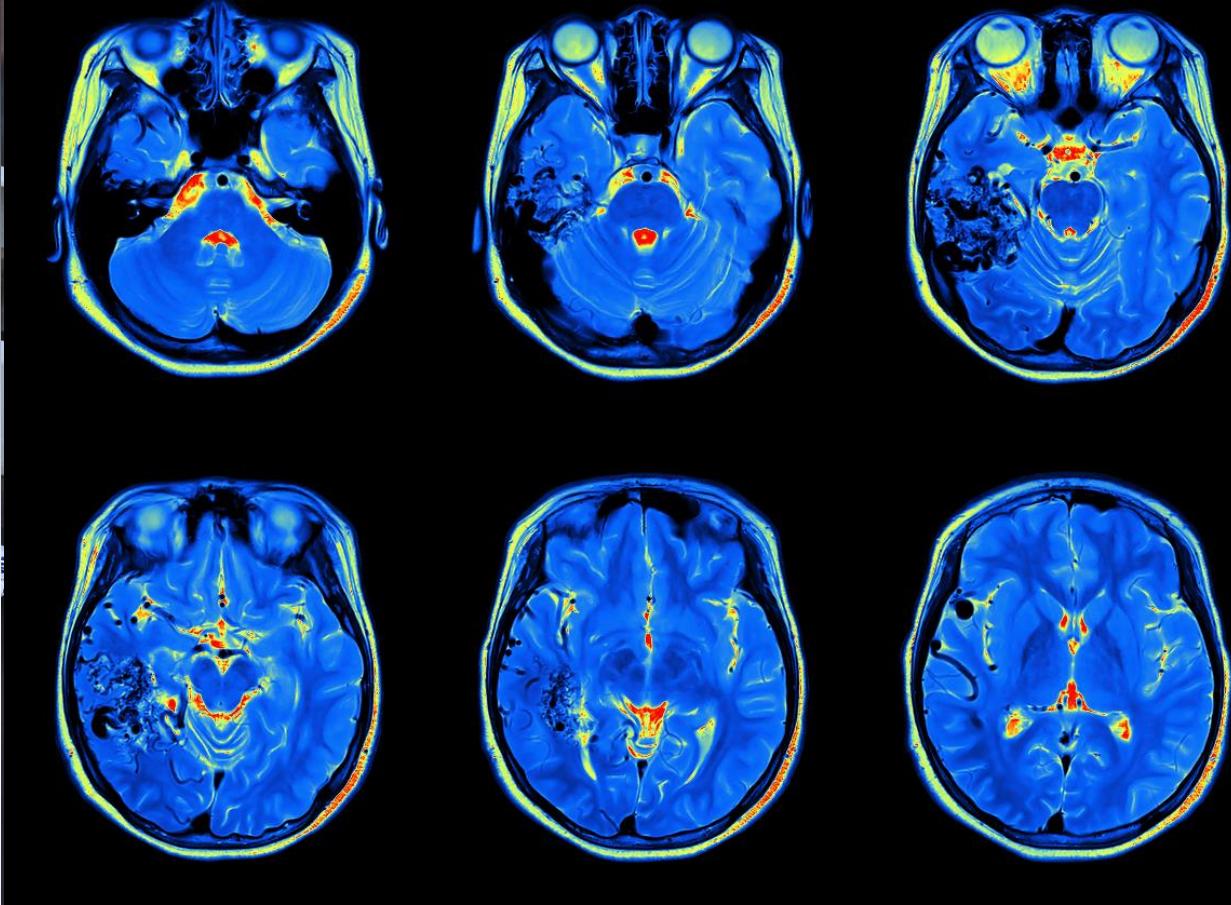


認知機能低下の予防
若手ドライバーの育成



Data Analysis

モータースポーツにおいて北米および国内の最高峰カテゴリである Indy carとSuper GTにおいて、レースチームの競技力向上を目的にデータ分析支援を実施



Brain Research

アスリートのような熟練者と一般人との脳構造・脳機能の違いを研究・分析し、その研究成果や各データを用いた社会還元活動を実施

Agenda

- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion



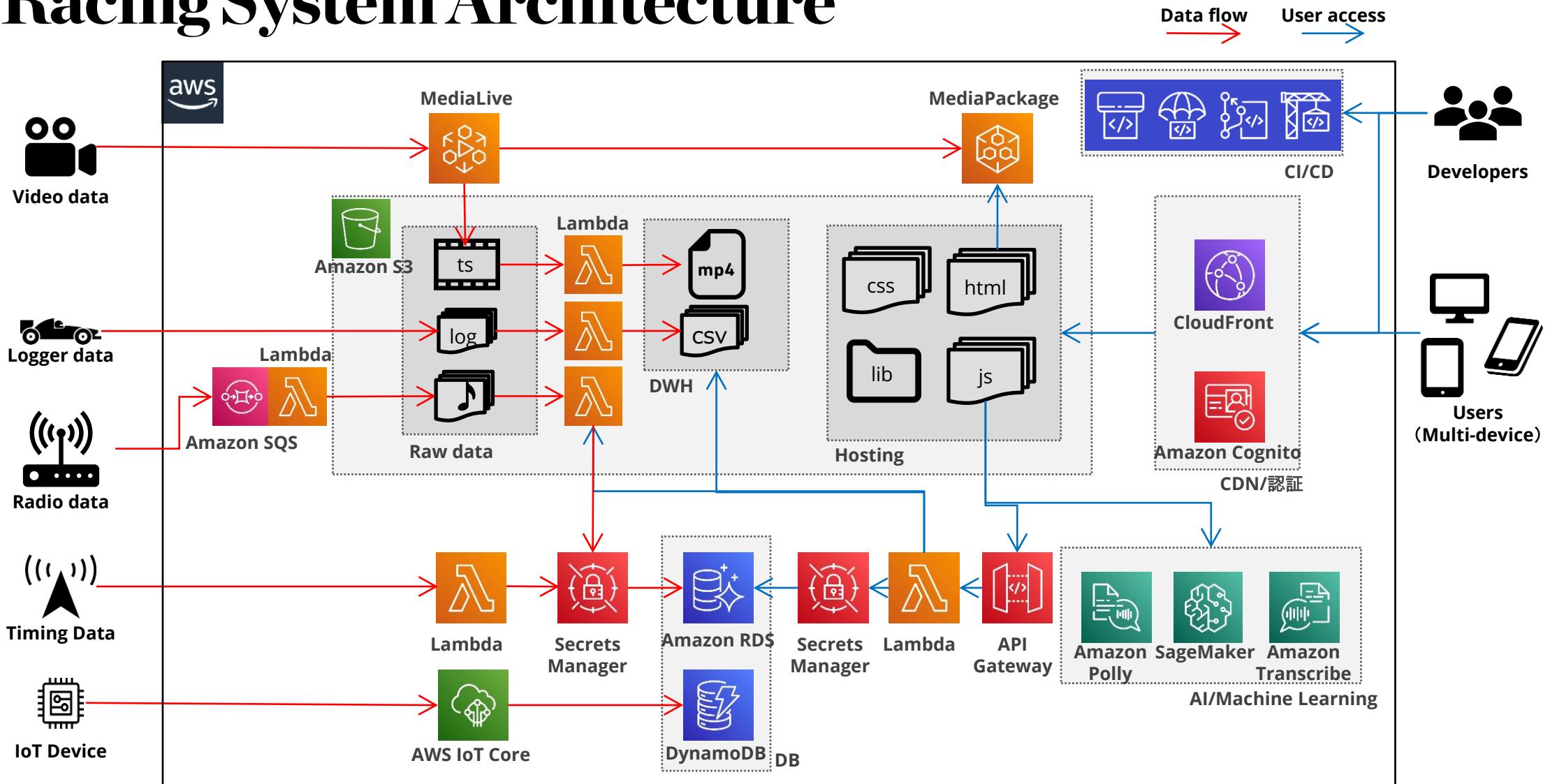
Yifan Ding

Deloitte Tohmatsu Consulting

Senior Consultant



Racing System Architecture



Track Map



Time: 00:02.77



Time: 00:02.73

L: 6.82

R: 6.96

D: 0.14

L: 6.17

R: 6.16

D: 0.01

L: 2.17

R: 2.17

D: 0

L: 5.77

R: 5.81

D: 0.04

L: 3.71

R: 3.76

D: 0.05

L: 5.48

R: 5.46

D: 0.02

L: 3.40

R: 3.43

D: 0.03

L: 3.74

R: 3.74

D: 0

L: 4.60

R: 4.63

D: 0.03

L: 4.13

R: 4.15

D: 0.02

L: 4.60

R: 4.63

D: 0.03

L: 3.75

R: 3.69

D: 0.06

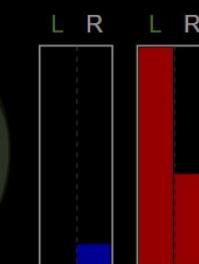
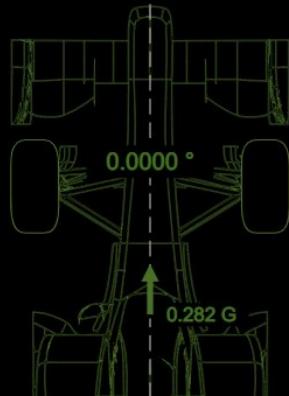
Play Speed: 2

Distance: 580.00 ft

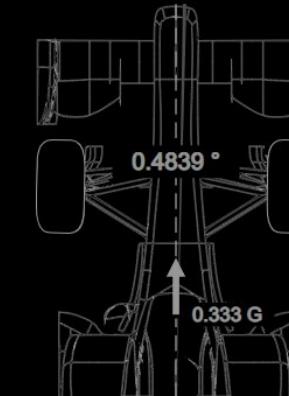
Driving Analysis



Manipulation



Steering: [deg] -1.23 13.30
Speed: [mph] 152.03 153.64
Gear: 5 5

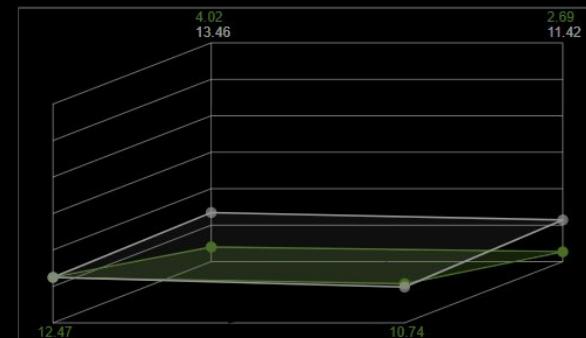
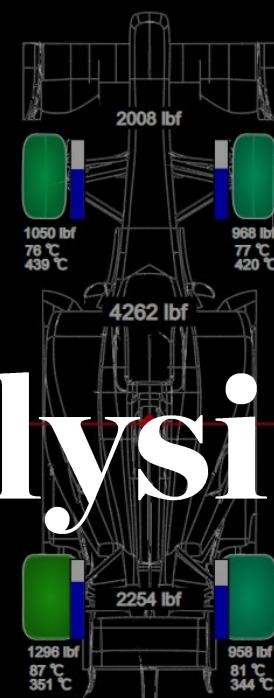


Car Behavior

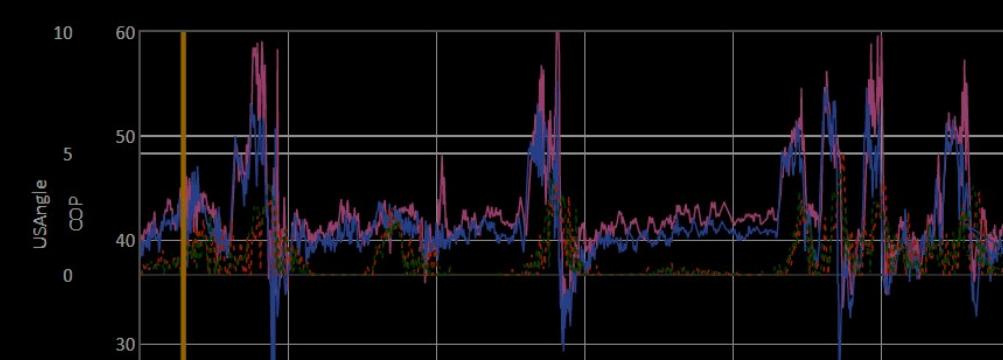
2021-DEV_TEST-
DEV_PRACTICE-RUN1-
2
Time: 1'05.400



2021-DEV_TEST-
DEV_PRACTICE-RUN1-
3
Time: 1'05.540



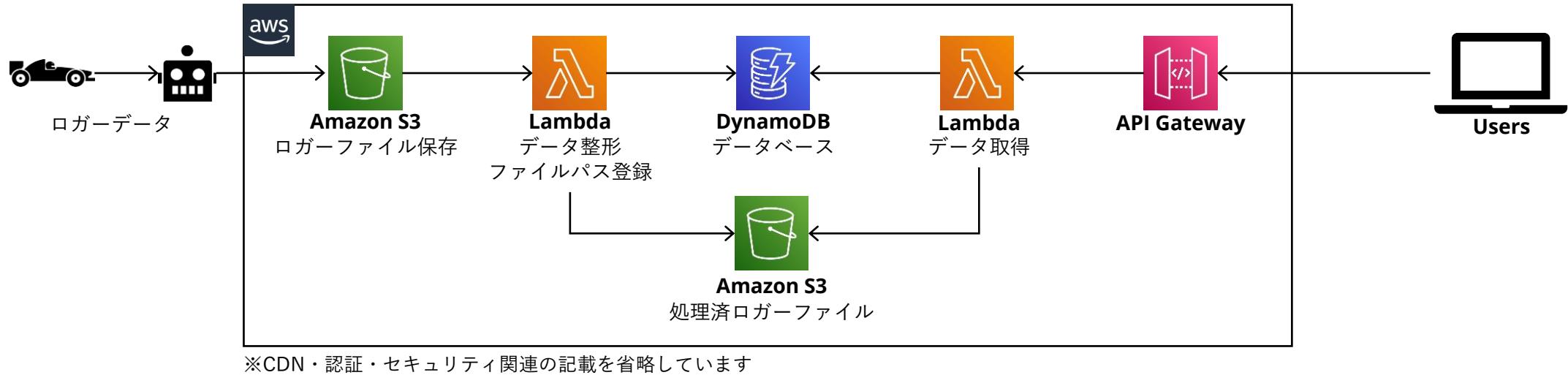
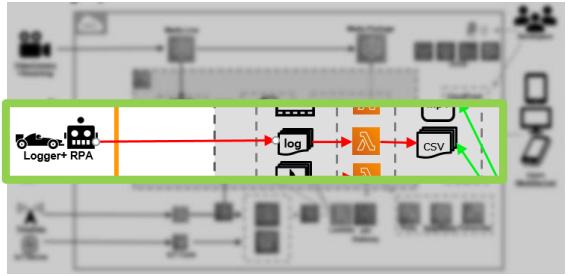
— left COP - - - left USAngle — right COP - - - right USAngle



- Change Data
- Description
- Histogram

Driving Analysis

サーバーレスな車載データ分析 & 可視化機能



Issues

1. 数字の羅列では示唆が得られにくい
2. キーとなる分析パラメータを走行直後に確認できない



Solutions

1. 数字の羅列に慣れていないドライバーが直感的に自己の操作や車の挙動を把握できる
2. 分析プロセスを自動化し、走行直後にアンダーステアリングやCOPといった分析を要するキーパラメータを出力することで、次の走行までの短い時間の中で効率的なデータの確認ができる

Circuit

SUZ - 5.807km

Fuel Cost [kg/lap]

1.87

Formation Loss [kg]

2.55

Flow Rate [kg/s]

2.11

Pit In/Out Loss [sec]

22

Pit In Plan

Strategy_A Strategy_B Strategy_C

laps	fuel	tire	time
0	35	S	0
15	35	M	18
35	30	S	16

Laps

51

Total Distance

296.16 km

Remaining Fuel

Total Time Prediction

Remaining Fuel

Strategy A Strategy B Strategy C



Base Lap(M) [sec]

102.625

Tire Damage SPD(M) [sec / lap]

0.064

Base Lap(S) [sec]

101.428

Tire Damage SPD(S) [sec / lap]

0.095

Base Lap(W) [sec]

105.843

Tire Damage SPD(W) [sec / lap]

0.023

Target Lap

51

Fuel Effect SPD [%up / kg]

0.12

Pit in Strategy

Add Row



Delete Row



Yellow Flag

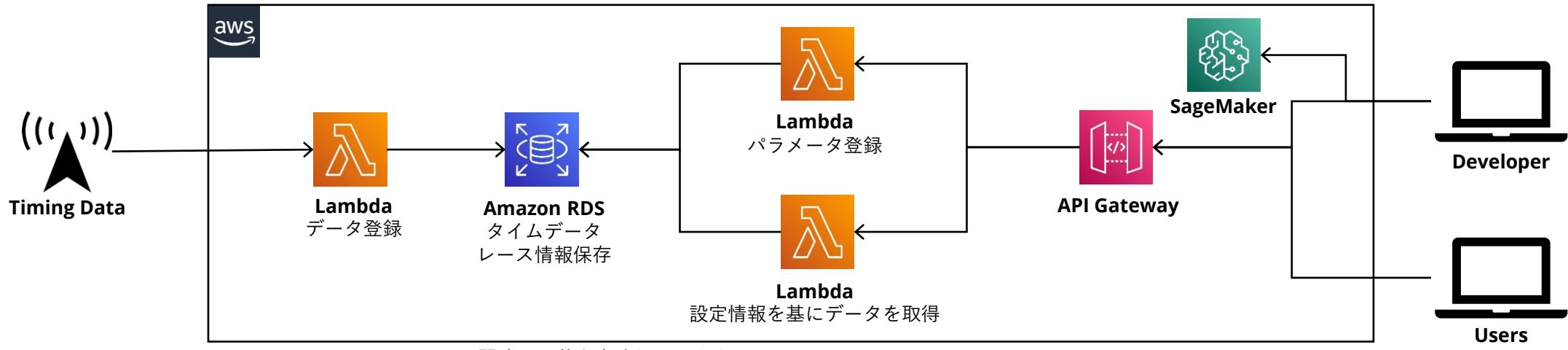
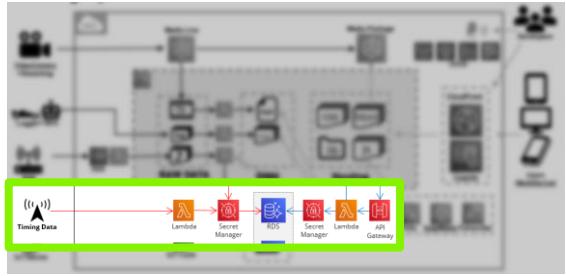


Red Flag



Pit in Strategy

機械学習を使って、レース戦略を意思決定をサポート



Issues

1. ラップタイムが遅くなっている理由を科学的に評価できない（タイヤ摩耗？燃料減少？）
2. 1を背景として、ピットインの回数や使用すべきタイヤといったレース戦略構築が困難



Solutions

1. 機械学習を用いてラップタイムが遅くなっている理由を要素ごとに分解し予測することで、従来以上に精緻な理由の評価が可能に
2. 1の結果に基づいたレース戦略構築によって、従来のストラテジスト経験に基づく戦略構築に加えて、科学的な戦略構築が可能に

木, 3月10日

夜 朝 日 晚



2°	3°	8°	6°
北	北東	北東	北東
6 m/s	5 m/s	4 m/s	5 m/s
↑ 3%	↑ 0%	↑ 0%	↑ 0%

Course Conditions

Yellow Red Safty
W Flag Car

Flag



SC

Sector Selection

ALL

ALL

SEC1 SEC2

Zoom

Zoom

SEC3 SEC4

Zoom

Zoom

SEC5 SEC6

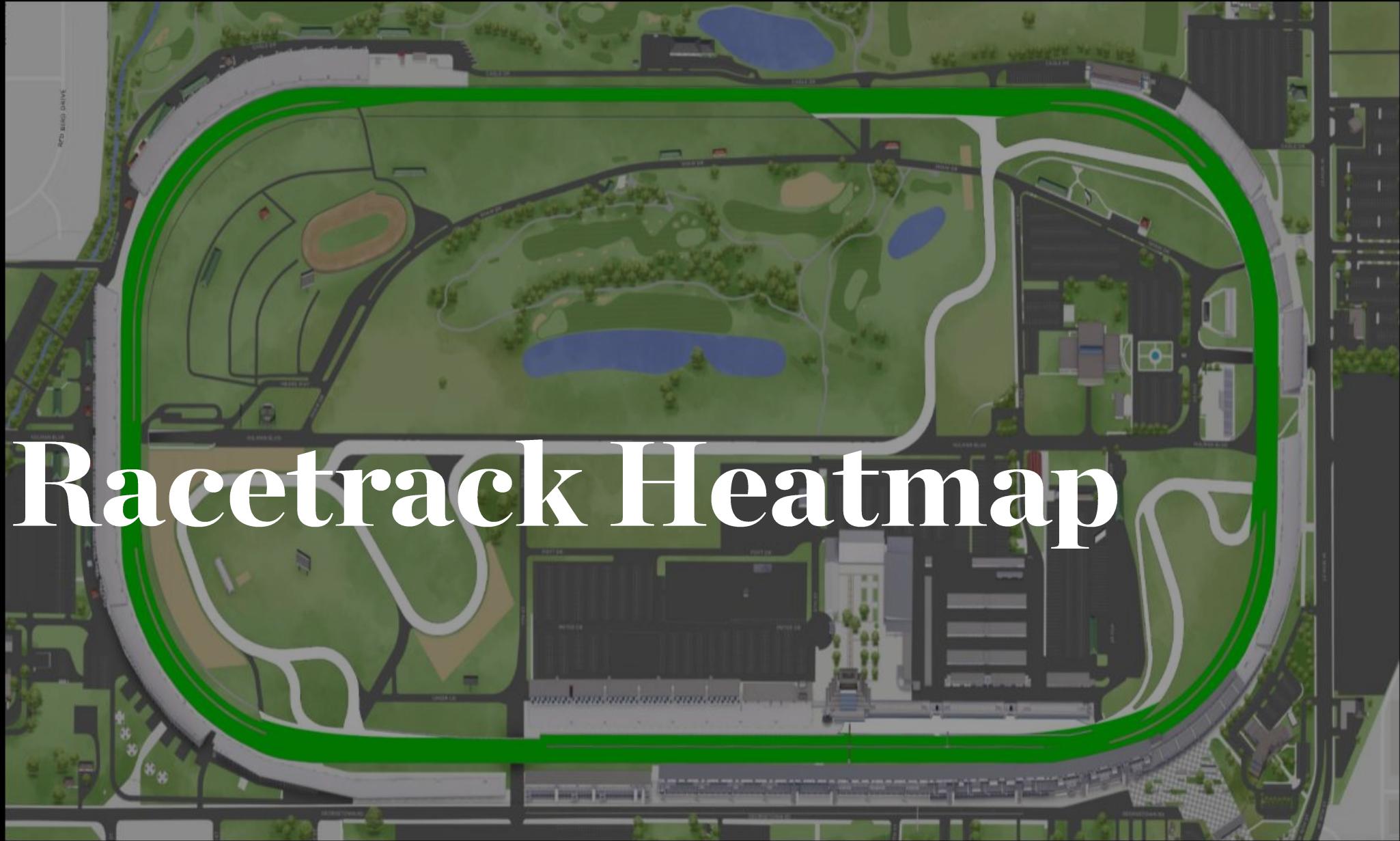
Zoom

Zoom

SEC7 SEC8

Zoom

Zoom



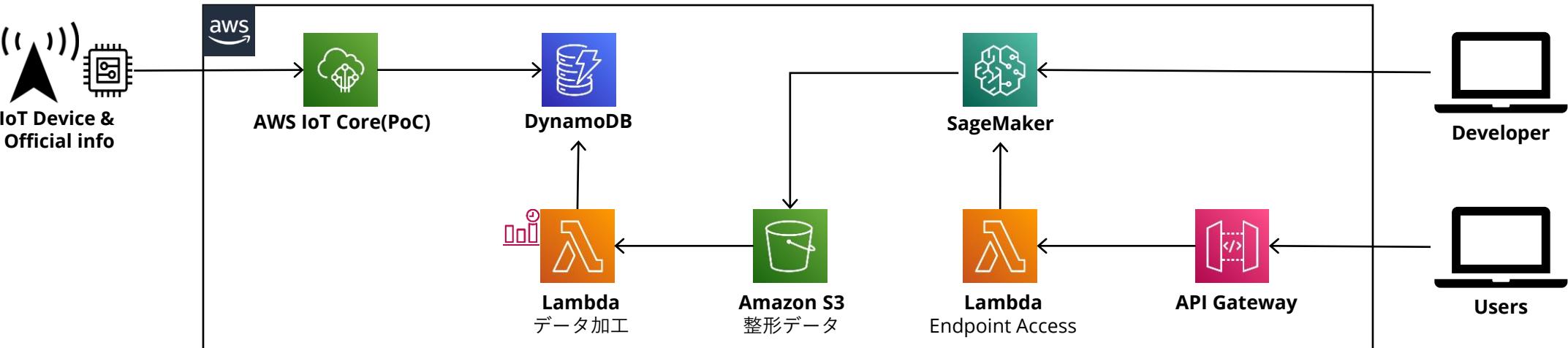
Racetrack Heatmap

時刻設定



Racetrack Heatmap

IoTデバイスで温度計測。そして機械学習で未来を予測。



※CDN・認証・セキュリティ関連の記載を省略しています



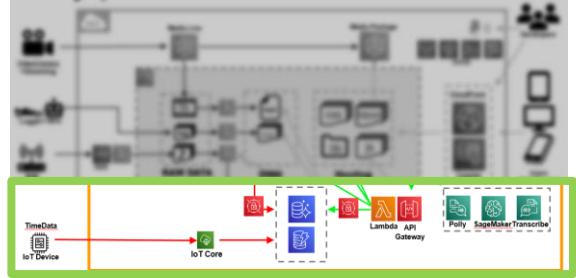
Issues

1. 路面温度については、サーキット上のセンサー設置箇所のみのデータしかない
2. 過去と現在の路面温度はわかるが、未来的なレース時の路面温度がわからない



Solutions

1. 路面温度センサーのデータとその他天候や風速等の温度からSageMakerを用いて予測モデルを作成、サーキット全体の温度を予測
2. 過去の路面温度推移や天候等の外部のデータを用いて予測モデルをトレーニングし、未来的な路面温度を予測



Year

Round

Session

Type

2021

Round

Session

OVERLAY

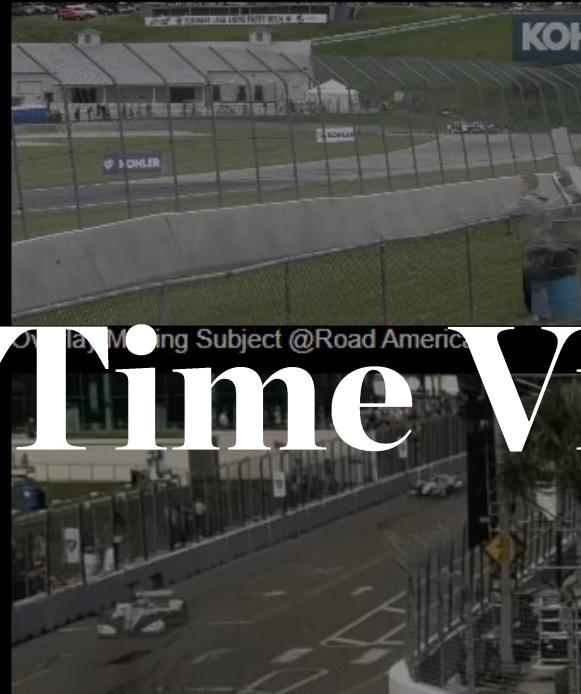
Search

Results

Search..

Lately Updated

Overlay Moving Subject @Road America



Real Time Video Analysis

Zoom Subject @St.Petersburg

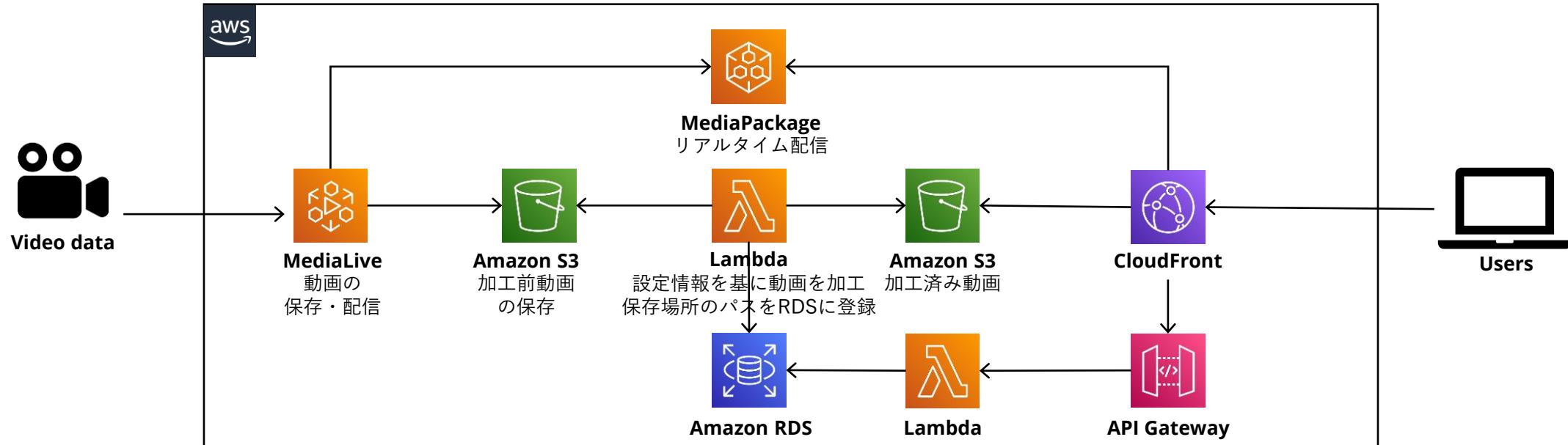
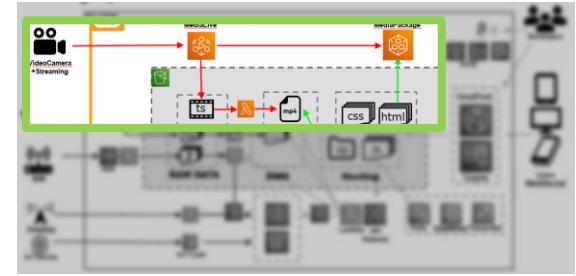
Overlay With RacingLine @St.Petersburg

Overlay Moving Subject @Toronto

Overlay Subject @Sonoma

Real Time Video Analysis

AWS Media Serviceを活用したローレイテンシー動画分析機能



※認証・セキュリティ関連のサービスの記載を省略しています



Issues

1. 走行直後にデータの振り返りができない

2. 映像確認時に走行ラインが確認しづらい



Solutions

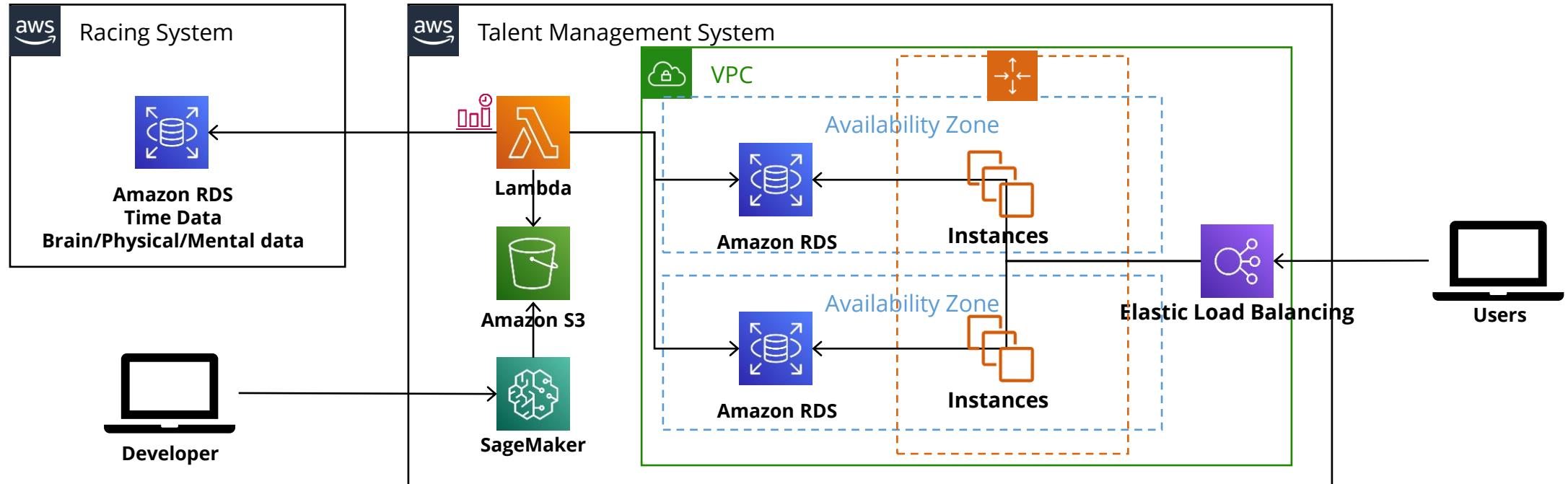
1. Media Liveによる配信で走行直後に走行映像確認可能

2. 車を認識し、半自動で走行ラインを線引きすることにより、他車とのラインの差異を直感的に把握可能

Talent Management System



Talent Management System



Issues

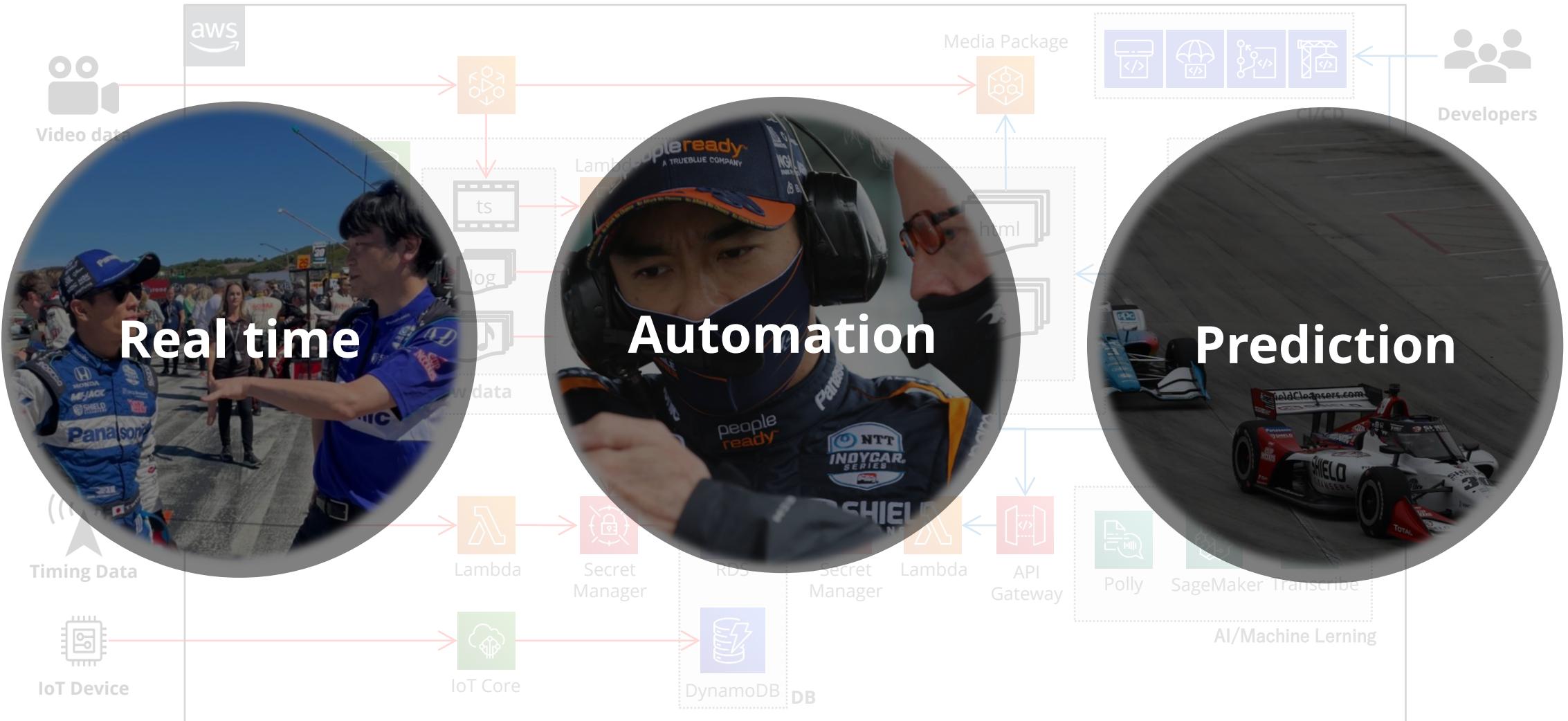
1. フィジカル・メンタル・競技データが散在しており、選手のパフォーマンス管理が困難
2. 若手ドライバーに対する評価が評価者の定性的評価のみ



Solutions

1. 選手毎に定量・定性データを管理することで、パフォーマンス管理の効率を向上
2. 機械学習でのびしろを予測し、選手を定量的に評価

3 benefits to develop with AWS



Agenda

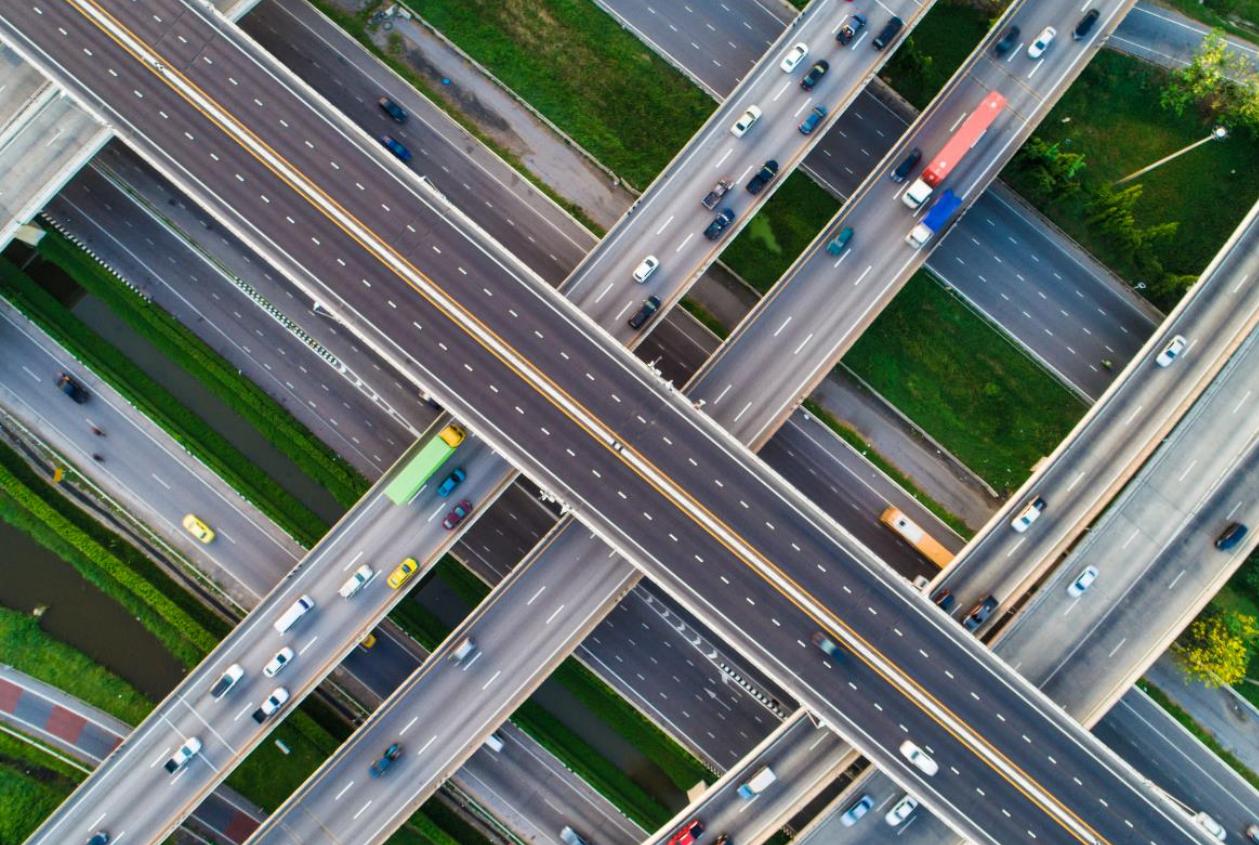
- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion





安全な移動ができる社会

働きやすい環境



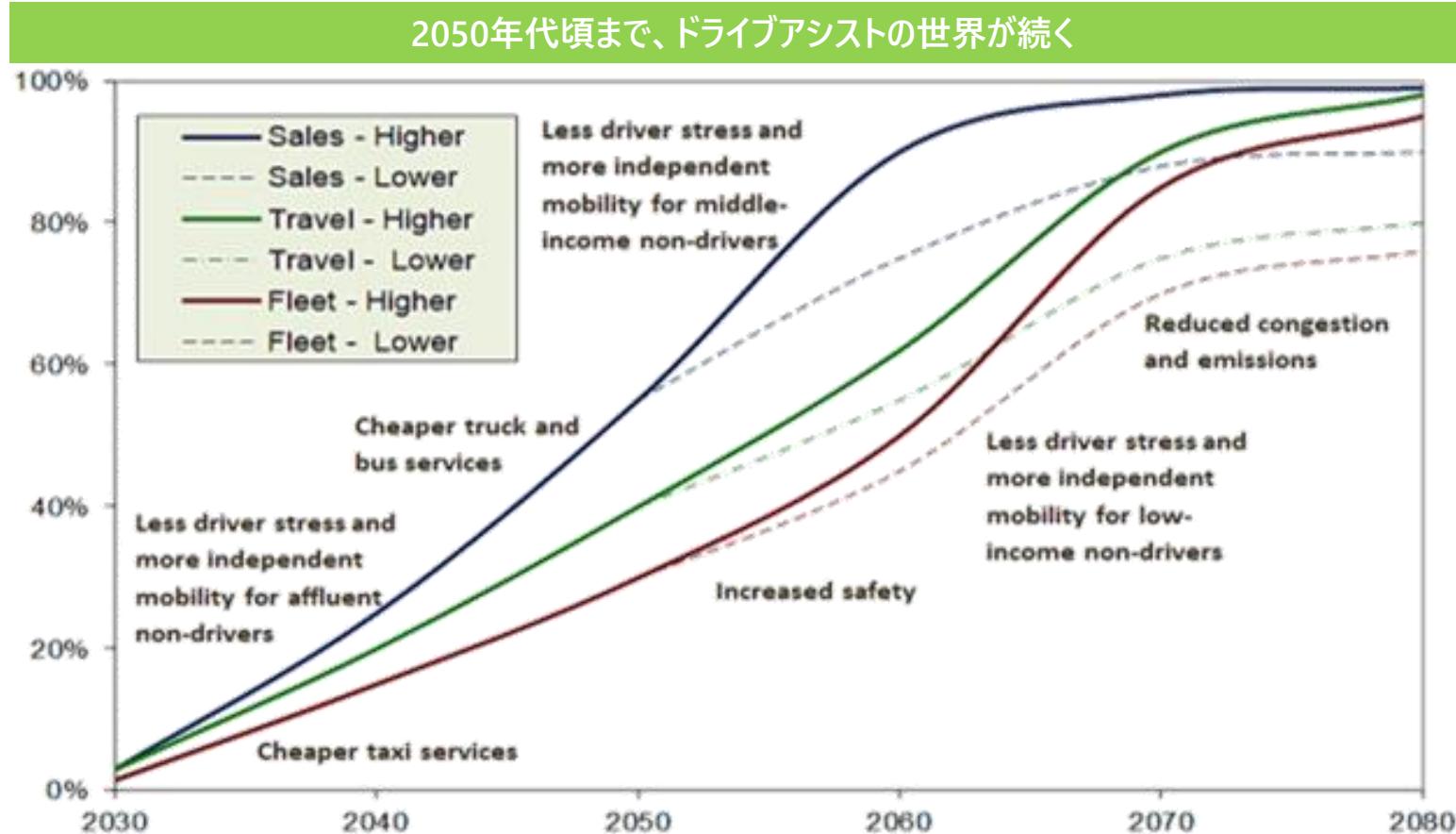
安全な移動ができる社会



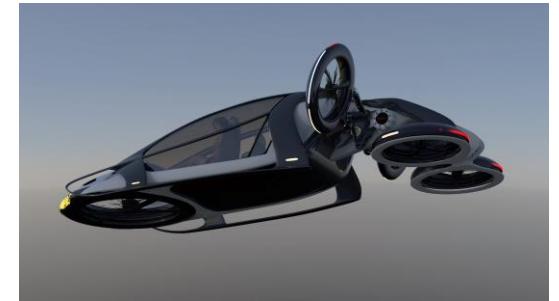
働きやすい環境

Future mobility

自動運転やEV実現まで、しばらくの間は機械やデジタルが人になりかわって運転する「完全自動」ではなく、機械やデジタルが人の「サポートをするドライブアシスト」という世界が続きます。



2040年代頃 140兆円規模



2050年代頃 ほとんどの車に標準装備



Forecasting the penetration of automated vehicles

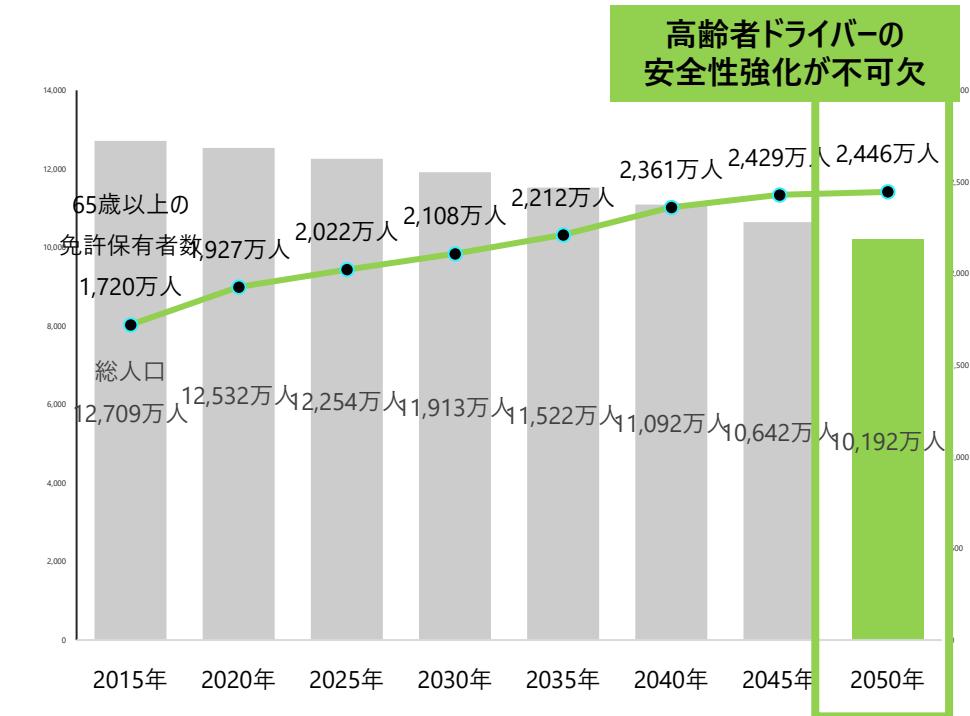
完全自動運転の市場浸透には、2050年までかかると予測されます。

その頃、65歳以上の高齢車ドライバーは2,400万人になると試算でき、とくに高齢者ドライバーの安全性強化が不可欠です。

自動運転車両（レベル5）の市場への浸透予測

段階	年代	新車	全車両
多大な価格プレミアムを支払って入手可能	2020年代	2-5%	1-2%
中程度の価格プレミアムを支払って入手可能	2030年代	20-40%	10-20%
最低限の価格プレミアムを支払って入手可能	2040年代	40-60%	40-60%
ほとんどの新車に標準装備	2050年代	80-100%	80-100%
飽和状態（望めば入手可能）	2060年代	？	？
全ての自動車に装備を義務化	？？？	100%	100%

65歳以上の免許保有者数（推定）



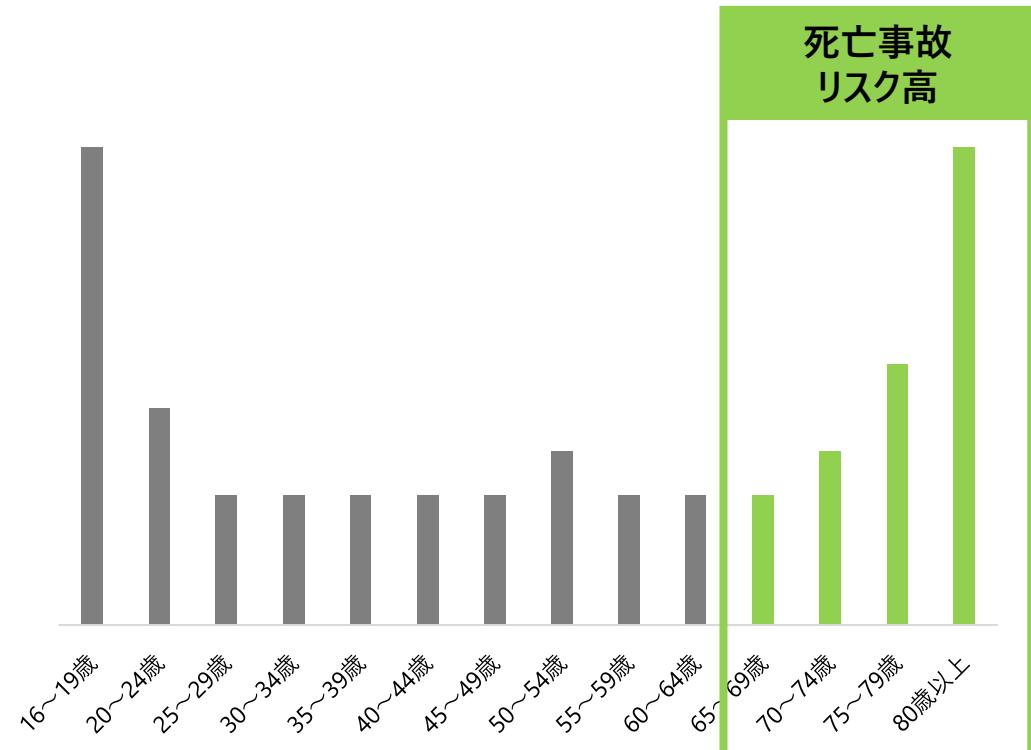
参考：Victoria Transport Policy Institute, Autonomous Vehicle Implementation Prediction

『日本の地域別将来推計人口（平成30（2018）年推計）』国立社会保障・人口問題研究所を加工して作成

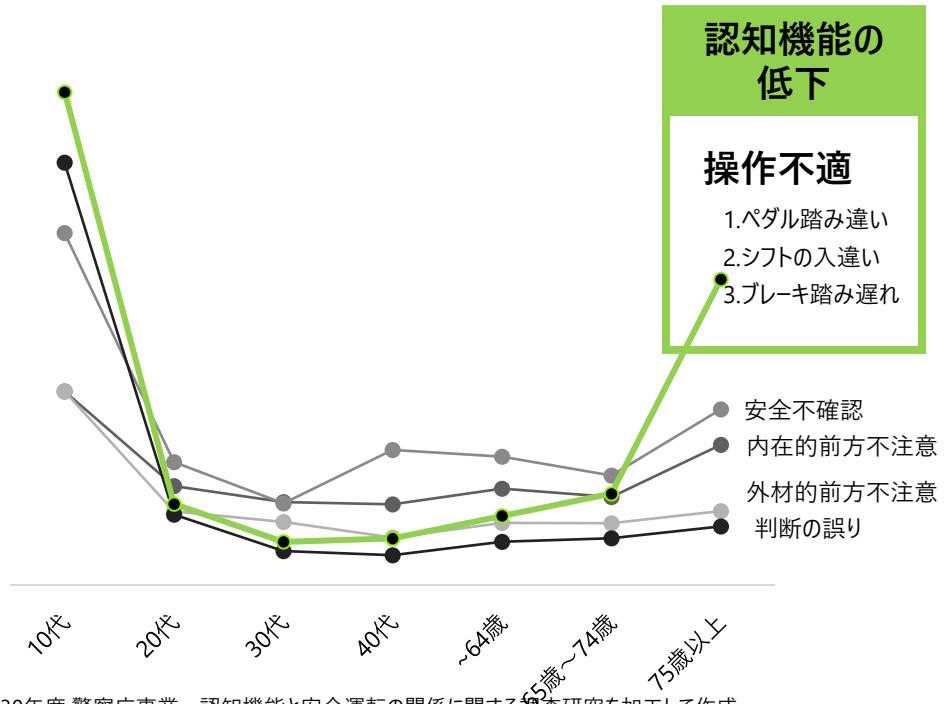
Causes of fatal accidents

高齢者による死亡事故の割合も増えています。年齢があがるにつれて操作ミスによる死亡事故リスクが高くなります。とくに、ペダル踏み違いによる死亡事故は75歳以上で多くなり、認知機能に対するアプローチが必要です。

年齢層別死亡事故件数（免許保有者10万人あたり）



死亡事故の人的要因（免許保有者10万人あたり）



参考：「運転免許統計」（警察庁）平成23年～令和2年

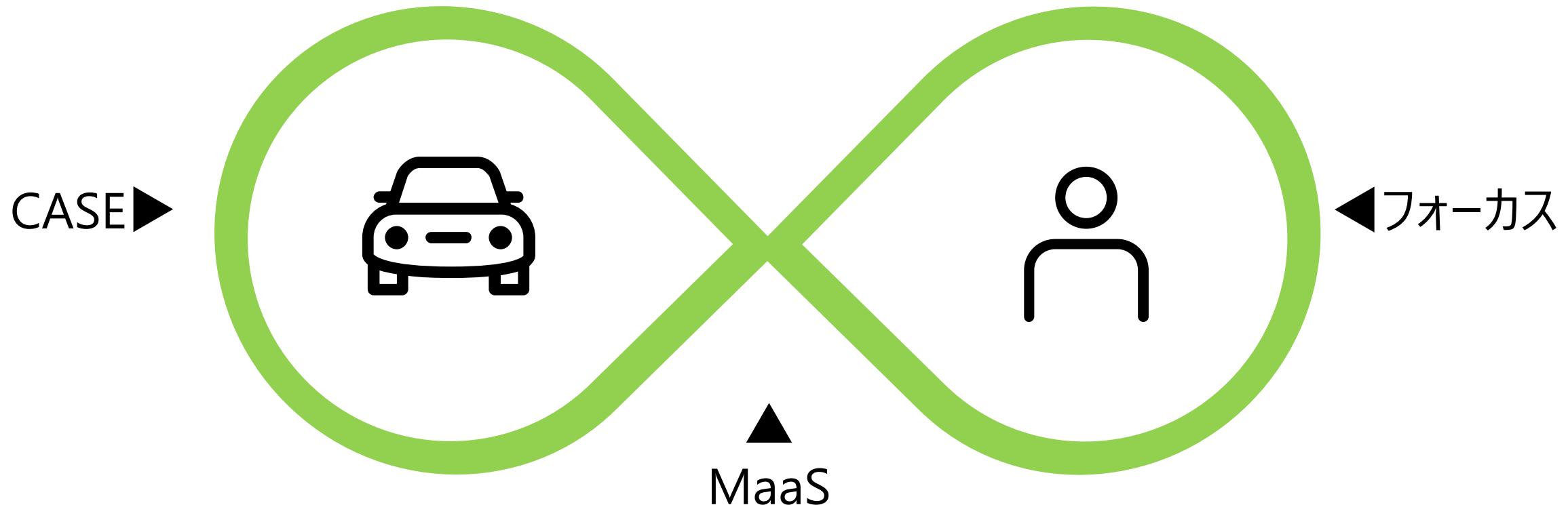
「人口推計」（総務省統計局）平成23年～令和2年を加工して作成

42 | Copyright © 2022. For information, contact Deloitte Tohmatsu Consulting.

参考：平成30年度 警察庁事業 認知機能と安全運転の関係に関する調査研究を加工して作成

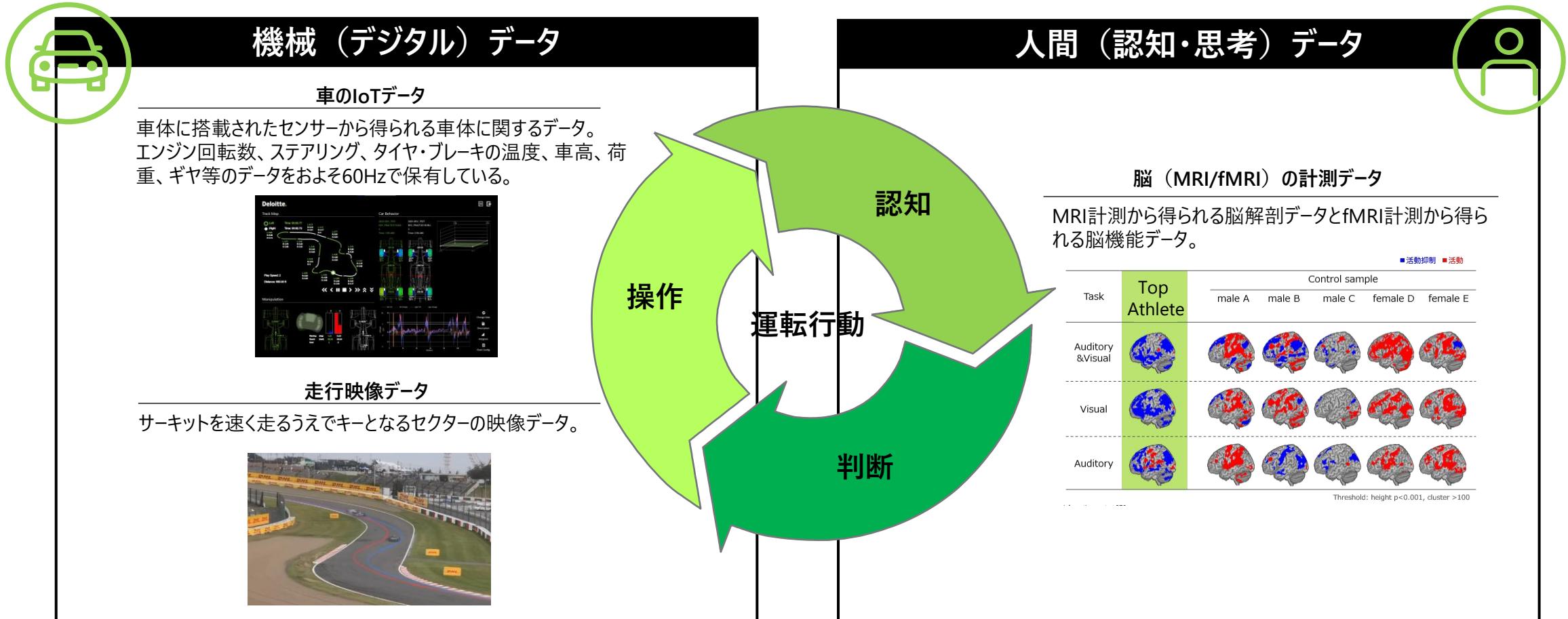
Approaching the social issues of the next 10 years

安全に移動するためには「機械（デジタル）」と「インフラ」の進化、それに応じた「人間」の進歩も必要不可欠です。
敢えてもう一度「人」にフォーカスをあてた活動が重要です。



We accelerate our initiatives

「機械（デジタル）」と「人間」のデータを一元化した研究開発やPOCは、デロイトしかできない取り組みです。まずは、オート業界や保険業界への提案を具体的に見据えて検討を進めたいと考えています。



Specific theme for safer “move”

本取り組みの活用先として、保険業界、運輸業界、ライフサイエンス業界の3業界を考えています。

テレマティクス保険の高度化・ スタートアップ支援

車のデータに加えて、人間の健康データも活用した高度なテレマティクス保険の実現



安全・エコ運転技能の可視化による 運転品質向上支援

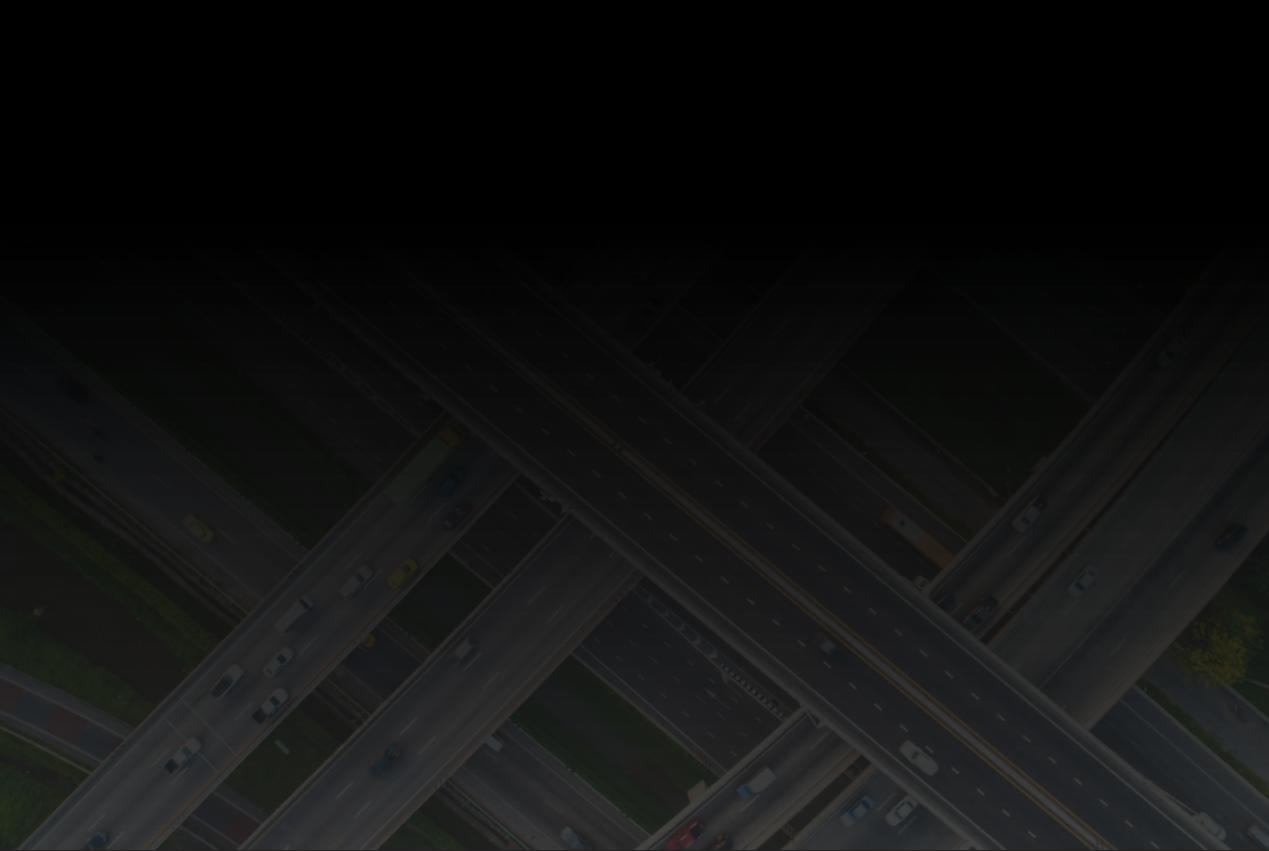
運転の巧拙や安全・エコに繋がる運転要因を調査し、例えばタクシー配車アプリの機能追加といったサービス提案へ繋げる。



認知機能向上プログラムの 開発支援

認知機能が向上する運転ゲームといったe-Sportsを活用した認知症予防プログラムを開発し提案へ繋げる。





安全な移動ができる社会



働きやすい環境

Change in human resource industry

近年、日本国内においては、従来の日本型雇用システムからジョブ型の雇用システムへの移行がすすんでいます。ジョブ型雇用において重要なことは、「能力の可視化」と人と人、組織と人の「マッチング」だと考えています。



The world of sports is "job-based" employment.

ポジションという名のジョブに人を割り当てるスポーツにおいて、「個々人の能力」、「コーチ・監督・選手間の相性」はチームのパフォーマンスアップを左右する重要な要素です

選手の能力やコンディションの可視化は、どのスポーツでも過去から取り組んできたタレントマネジメントの手法。



▲ドラフト会議の様子



プレーヤーとその周りを取り巻く人（コーチ・監督）との相性や、プレーヤー同士の相性が、チームとしてのパフォーマンスを左右する。

相性の良さを感じさせたボランチコンビ。攻守に補完し合った柏木と長谷部
2015年11月13日(火)14時30分配信
photo Getty Images
Tags: focus / リトルシティ / 代表 / 日本 / 日本代表 / 柏木進介 / 長谷部誠
Bookmark 0 UNM21 0 Tweet



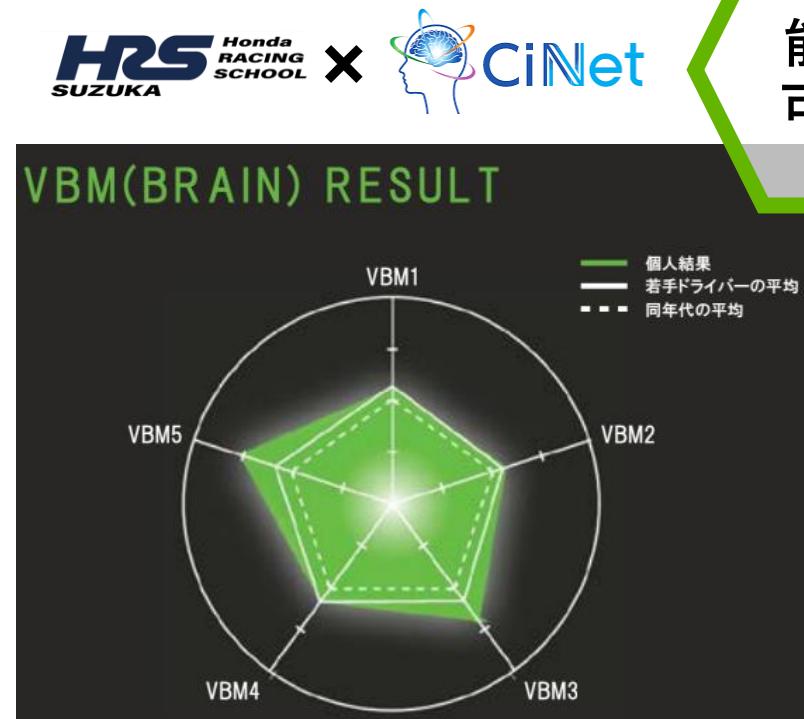
▲「モータースポーツは科学」と考える佐藤琢磨選手と、チーフストラテジストのエディさん



Deloitte's Case study

モータースポーツとバスケットボールの競技データや脳データに基づいたスポーツタレントマネジメントの実績があります。

脳データを用いた個人特性の特定



コーチ・監督・選手同士の相性分析の実績



Specific theme for comfortable work environment

モータースポーツやバスケットボールで行っているタレマネの知見を、ビジネスパーソンの人事・相性評価に応用します。
また、脳研究で得た知見をベースに、可視化が難しいスキルを持つ人材を評価するPoCを推進します。



右脳系人材の能力可視化サービス



性格や相性を考慮したチーミング最適化支援サービス



安全な移動ができる社会

働きやすい環境

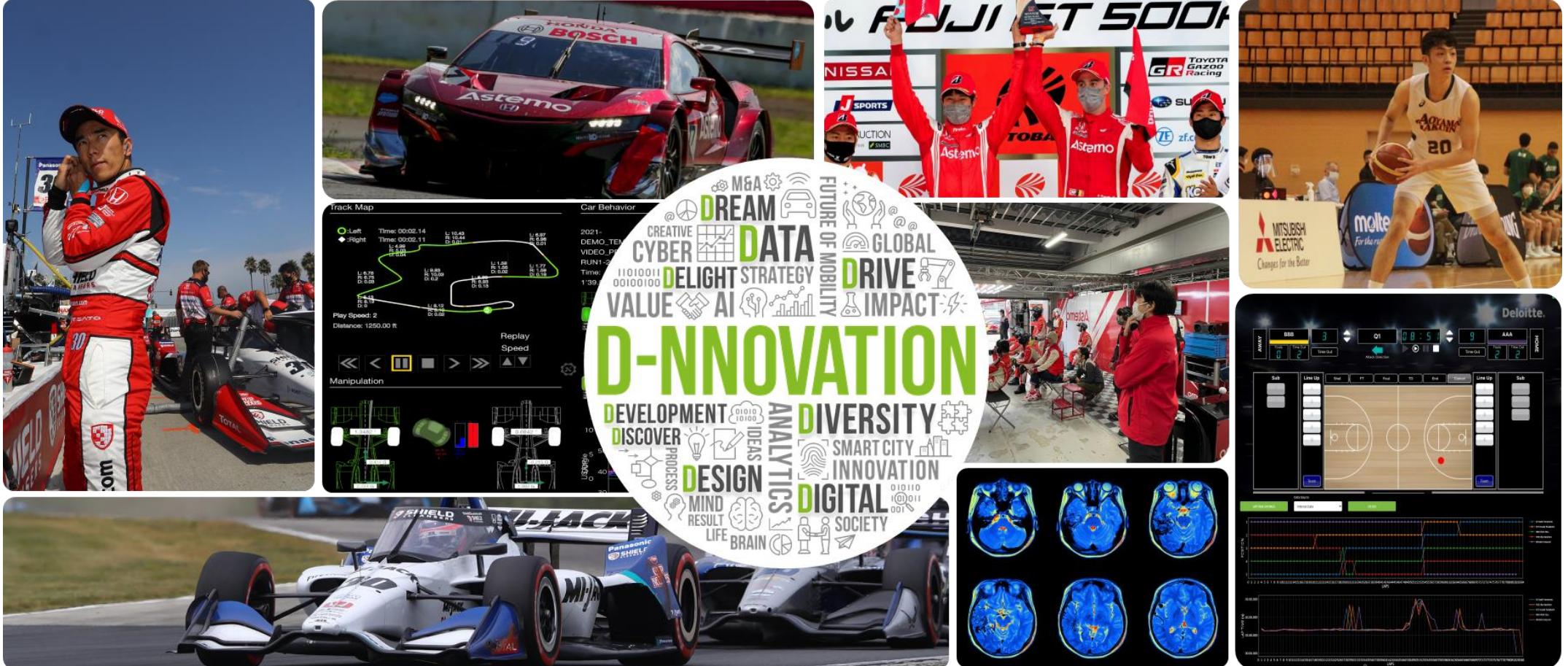
Agenda

- Introduction
- What we do in motorsports
- How we utilize AWS
- What we aim in the future
- Conclusion



最後に、我々の仲間である佐藤琢磨選手から
未来のエンジニアの皆さんにビデオメッセージを預かっています
ご覧ください

Sports tech to social value



Thank you!

高見 航平

デロイトトーマツコンサルティング合同会社
dXCo / Manager

丁一帆

デロイトトーマツコンサルティング合同会社
dXCo / Senior Consultant

