“Experience with Electric Buses for Urban Public Transportation”

Keihan Bus Corporation

2024年5月08日

“Initiatives for the Future”

Autonomous Buses

Electric Buses

Introduction of Electric Buses

- **In 2017, starting considering introduction**
- **In 2018, inspection visit to the BYD Head Office in Shenzhen, China**

Electric Bus initiative

Operation Start in Dec.2021

First in Japan ! Large E-bus demonstrations

こころまち つくろう
KEIHAN
京阪バス

BYD

関西電力
power with heart

京阪バスが京都で「電気バス」導入して実証実験　温室効果ガスも燃料費も削減可能

更新：2021/02/24 17:49

ツイート

As of March 2021

There are 160 reports in Japanese, 450 in Chinese, 400 in English and 100 in French !

を導入して効果を検証することになりました。

京阪バスが実証実験を行うのはＪＲ京都駅や京阪七条駅などをまわる路線で、新年度から４台を電気バスに切り替えます。電気バスはフル充電で約２００ｋｍ走行可能で、二酸化炭素の排出量が１台あたり年間約３９トン削減できるということです。また燃料費も３分の１に減らすことができて、５年の実証実験で温室効果ガスの削減効果や充電のタイミングなどを確認することにしています。

（京阪バスＩＣＴ推進部　大久保園明さん）
「脱炭素社会の取り組みに寄与する部分もございます。運営費用の安さも今後のバス運行で重要だと思います。」

これに伴い京阪バスは関西電力などと協定を締結。効果が確認されれば２０５０年までに所有する約６３０台全てを電気バスに切り替えたいとしています。

https://www.mbs.jp/news/kansainews/20210224/GE00037183.shtmlより引用

Introduction of E-Buses (in 2021)

× 2units

× 1unit

× 4vehicles

Introduction of E-Buses

Balancing environmental issues with economic efficiency

■Outline of E-Buses
【Vehicles】J6 small electric bus manufactured by BWD Japan Co.
【Number of buses】 4
【Responsible Office】Keihan Bus Rakunan Office（Fushimi-ku, Kyoto）

①Environmental Issues

CO2 emissions reduced by 38. 8t per vehicle
（4vehicles, total 155.2t reduction）

②Economic Efficiency

Per vehicle per year

Reduced Energy costs: Approx. 1 Million Yen

Reduced Maintenance costs: Approx 0.82 Million Yen

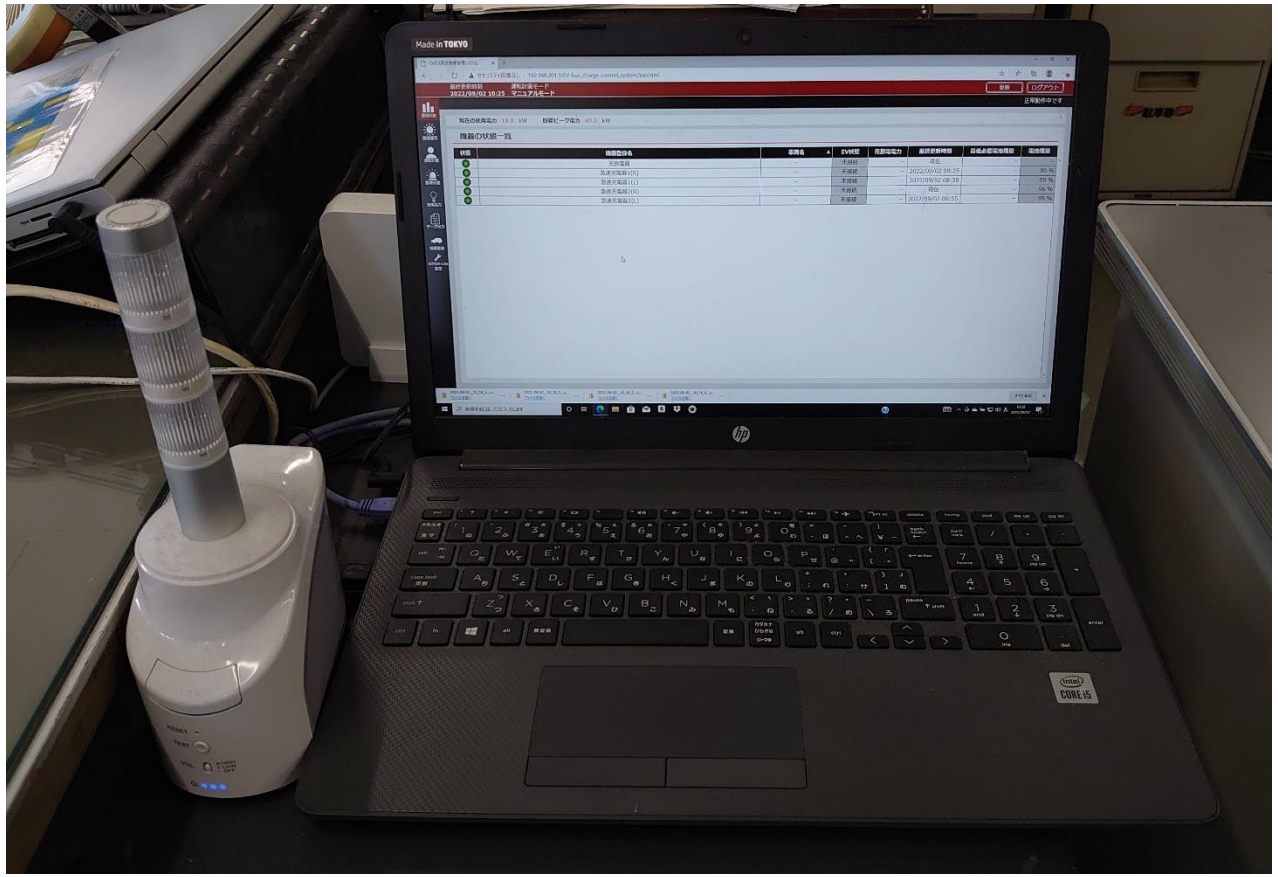
Comparison of energy costs between electric and diesel（theoretical value）

E-bus 0.4 Million Yen

Diesel engine bus 1,43 Million Yen

Introduction of E-buses

Charge Management



9月10日7:00～10月1日23:59 の充電スケジュール　【土曜・休日】

時間		EV1 1R F8001 土156号車 休155号車	EV2 1L F8002 土159号車 休159号車	EV3 2R F8003 土155号車 休154号車	EV4 2L F8004 土152号車 休151号車	時間		EV1 1R F8001 土156号車 休155号車	EV2 1L F8002 土159号車 休159号車	EV3 2R F8003 土155号車 休154号車	EV4 2L F8004 土152号車 休151号車
0時	0					12時	0				
	15						15				
	30						30				
	45				90%		45		52%		
1時	0					13時	0				
	15						15				
	30						30				
	45						45				60%
2時	0					14時	0				
	15						15				
	30						30				
	45			90%			45				
3時	0					15時	0				
	15						15				
	30						30				
	45						45			67%	
4時	0					16時	0				
	15						15				
	30						30				
	45						45		39%		
5時	0					17時	0				
	15						15				
	30						30				
	45	90%					45				47%
6時	0					18時	0				
	15						15				
	30						30				
	45						45	38%			
7時	0					19時	0				
	15						15				
	30		90%				30				
	45						45			56%	
8時	0					20時	0				
	15						15				
	30						30				
	45						45				
9時	0					21時	0				
	15						15				
	30						30				
	45				71%		45				
10時	0					22時	0				
	15						15				
	30						30				
	45			56%			45				
11時	0					23時	0				
	15						15				
	30						30				
	45	62%					45				

Introduction of electric buses

10 経営企画室

Cruising distance and estimated power consumption by vehicle block diagram

駐車枠	社番	号車	運行ｽｹｼﾞｭｰﾙ等		総航続距離/日
EV1	F8001	土曜156号車 休日155号車	運行ｽｹｼﾞｭｰﾙ 航続距離 目安消費電力(%)	6時 12時 18時 22時 41.2 km 59.5 km 30.9 km 32.0% 46.0% 24.0%	131.6 km
EV2	F8002	土曜159号車 休日159号車	運行ｽｹｼﾞｭｰﾙ 航続距離 目安消費電力(%)	6時 12時 18時 22時 30.9 km 30.9 km 30.9 km 24.0% 24.0% 24.0%	92.7 km
EV3	F8003	土曜155号車 休日154号車	運行ｽｹｼﾞｭｰﾙ 航続距離 目安消費電力(%)	6時 12時 18時 22時 30.9 km 30.9 km 30.9 km 16.6 km 24.0% 24.0% 24.0% 13.0%	109.3 km
EV4	F8004	土曜152号車 休日151号車	運行ｽｹｼﾞｭｰﾙ 航続距離 目安消費電力(%)	6時 12時 18時 22時 23.3 km 30.9 km 30.9 km 40.8 km 18.0% 24.0% 24.0% 32.0%	125.9 km

From the guideline (according to test run data)

How many kilometres can you travel per 1 % of power consumption? …. 1.3km/%

What percentage is consumed per 1km of cruising distance? …. 0.8%/km

Introduction of E-buses

Projected energy cost savings per year, calculated from actual values for 4 vehicles

4,111,588円

When applied to 600vehicles, savings per year will be

616,738,200円　**CO2　-23,280t**

Introduction of E-buses

- **In 2017, starting considering introduction**
- **In 2018, inspection visit to BYD Office in Shenzhen, China**
- **In 2021, introduction of 4 small e-buses**
- **In 2022, introduction of 5 large e-buses**
- **In 2023, introduction of 5 large e-buses (10 buses at same office)**

Future plans include, among others, the introduction of strategic energy management

Introduction of E-buses

Cooperation Agreement with Hirakata City

A partnership agreement was signed with Hirakata City to reach ”virtually zero carbon dioxide emissions by 2050”

（Cooperation items:）

- The use of E-buses.
- The promotion of energy conservation and renewable energy.
- The promotion of the use of Public Transportation.
- Other issues relating to the promotion of practically zero carbon dioxide emissions.

Introduction of e-buses

Five large e-buses to be used for the Osaka World Expo in 2025

Initiative towards Autonomous Driving（Objectives）

Autonomous Buses

Objectives

①Accident Reduction
②Measures Against Driver Shortage
③Punctuality(congestion reduction)

学研都市で自動運転実験

けいはんな パナなど9社参加へ

京都・大阪・奈良の3府県にまたがる関西文化学術研究都市（けいはんな学研都市）で、年内にも公道での自動運転技術の実証実験が始まる。パナソニックや京阪バス、オムロンなど9社が参加予定で、多数の企業や団体による自動運転の実証実験は珍しいという。

実験を主導する公益財団法人「関西文化学術研究都市推進機構」（京都府精華町）が22日、発表した。

けいはんなオープンイノベーションセンターなどの施設内で、28日から車載カメラやセンサーなどの実験を開始し、年内にも同センター周辺の公道への拡大を目指す。

機構が異業種交流の場として運営するコンソーシアム加盟の75の企業や大学が実験に参加可能。実験は当面、ドライバーが乗り込んで行うが、将来的には人が運転に関わらない「完全自動運転」を目指すという。自動運転車に住民が試乗することも計画している。

日本経済新聞（夕刊）

1　4版　2017年（平成29年）9月14日（木曜日）

学研都市中心部が自動運転の実験場に

けいはんな 自動運転実験

パナソニック・京阪バスなど9社

関西文化学術研究都市（けいはんな学研都市）で年内にも公道での自動運転の実証実験が始まる。パナソニックや日本電産、オムロンなどが参画し飛び出しなどの検知性能の確認に着手。京阪バス（京都市）は走行システムの安全性を高め路線バスへの搭載を目指す。参加企業・団体を限定しない全国でも珍しい取り組みで関西発の新技術の開発、実用化を目指す。

車道にセンサー

公道 年内にも

実験は公益財団法人の関西文化学術研究都市推進機構（京都府精華町）が主体となり自動運転車が走るルートを設定する。JR学研都市線の祝園駅（同）や近鉄京都線の木津川台駅（京都府木津川市）などけいはんなの中心地を通るルートが想定されており、車道にセンサーを埋め込むなどインフラ整備を進める。

パナソニックや京阪バス、日立ユニシス、日立マクセルなど9社が実験に参加する予定。当初は有人で車載センサーの性能や走行システムの安全性などを確認する。京阪バスでは検証結果を踏まえ、2020年をメドに路線バスでの自動運転の実用化を目指す。

自動運転を巡っては国が主導し、実証実験の制約となる規制の緩和に動いている。関西以外では自動車メーカーが実用化を進めているほか、愛知県などの地方自治体、金沢大学や群馬大学による実験も始まった。全国各地で進むこうした実験で、企業、団体が個別に自治体などの許可を得たり、テストコースを用意したりする必要があった。

けいはんなでは一定の条件を満たす企業・団体であれば実験に参加できる。同機構では自動運転などのコンソーシアムの参加企業や研究施設など70以上の団体に実験への参加を呼びかけており、スタートアップ企業の参画で技術開発が活発になる効果が期待される。

AV-Bus Initiative（June 2018 Agreement with Otsu City, on the application of autonomous driving）

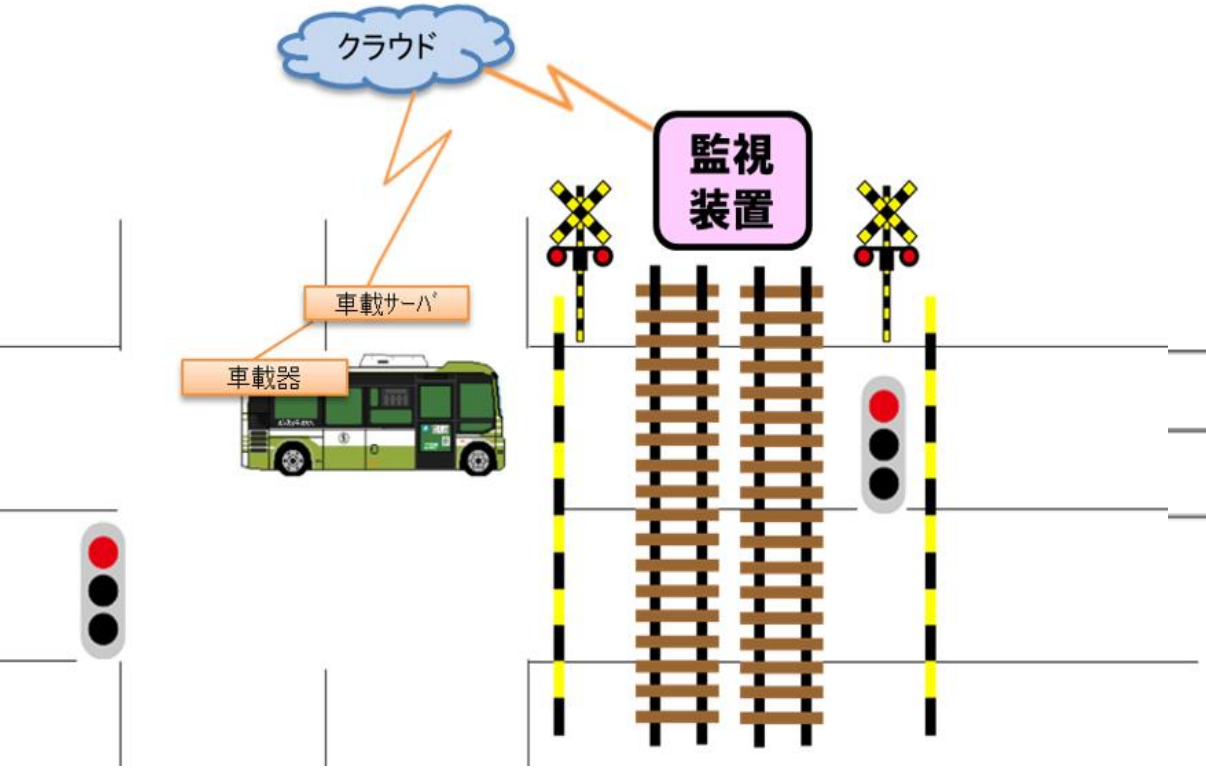
こころまち つくろう
KEIHAN 京阪バス × 大津市 OTSU with UNISYS

AV-Bus Application Project Members

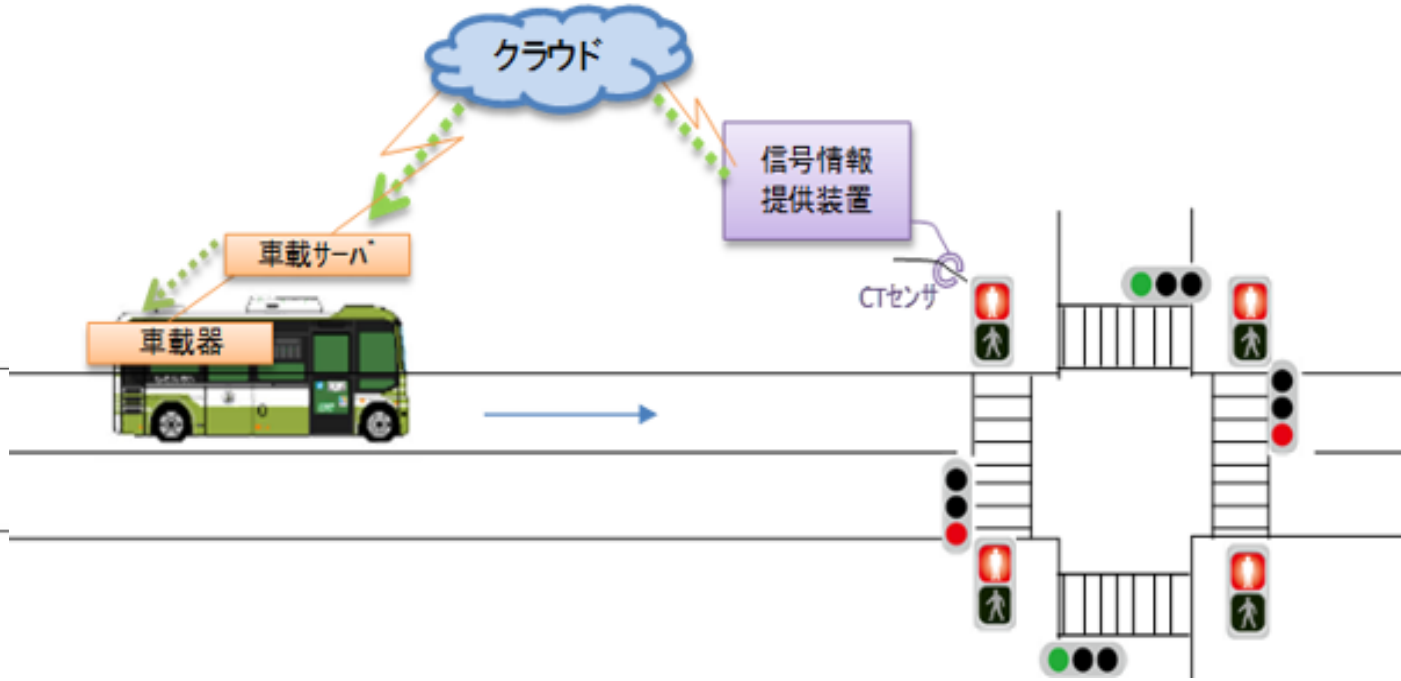
Uno, N.	Kyoto U.,　Professor
Suda, Y.	Tokyo U.,　Professor
Suzuki, K.	President and Representative Director, Keihan Bus Co.
Okubo, S.	Keihan Bus Co.
Nagashima, N.	Director, Nihon Unisys, Ltd
Otsu City, Police, MLIT, METI, Shiga Prefecture, etc.	

AV-Bus Initiative (Road-side implementation)

Level crossings



Traffic lights



AV-Bus Initiative (Safety Enhancement with Magnetic Markers)

Installed magnetic markers along the section from the Owanohama 1-chome intersection to the entrance of Biwako Otsu Prince Hotel, where GPS reception was poor (1,353 markers in total for the round trip)

※Both the installation and maintenance costs are high

AV-Bus Initiative(Cost Reduction, Safety Enhancement)

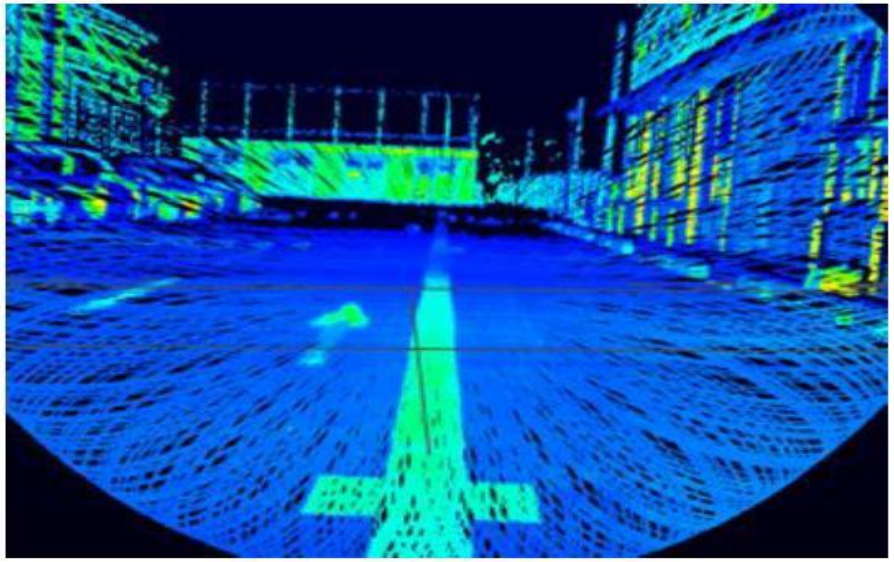
Line Trace Paint

・Special Paint is applied on the road so that the LiDAR system can recognise its own position.

・Almost the entire route, except for the central boulevard,is painted to prevent deviations from the running route.

・Short construction period and low cost compared to magnetic markers

Target line checked by drivers' eyes



Target line checked by the sensor

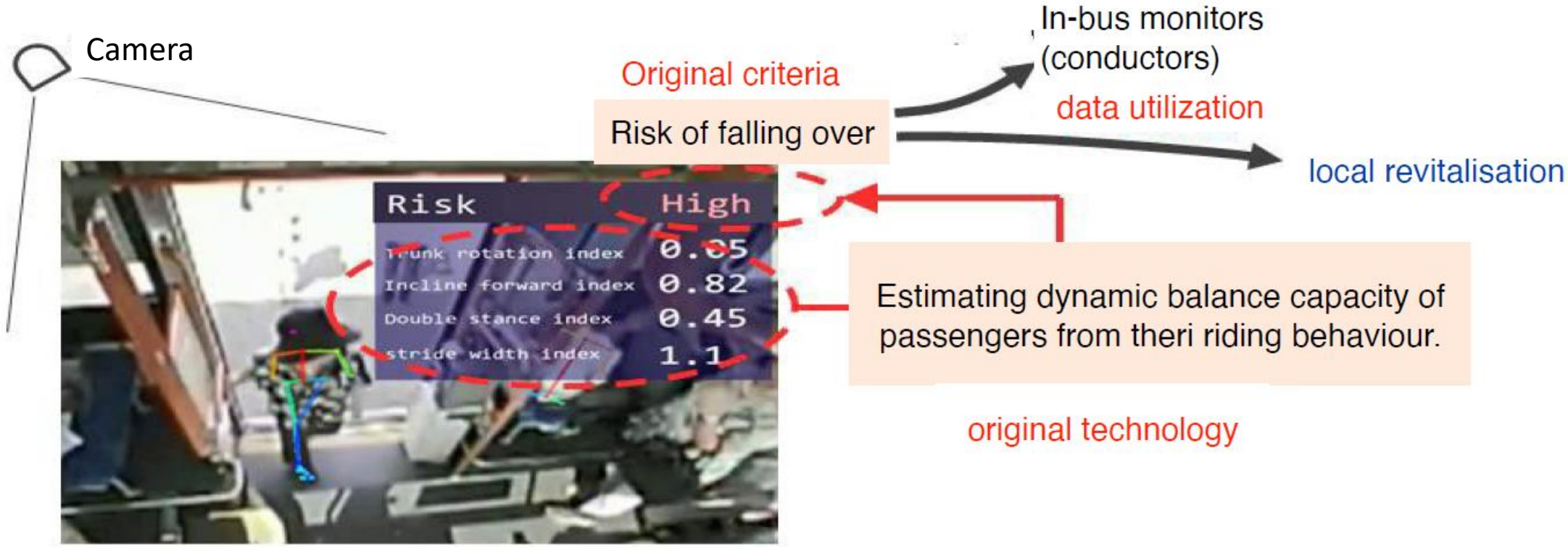
AV-Bus initiative
(Cashless payment by NFC-tags/smartphones)

乗車⇒購入

降車

AV-Bus initiative （In-bus monitoring）

Installation of cameras to assist passenger monitoring。
Verification of the availability of a notification system for passenger feature information
(i.e. whether a passenger is likely to fall over)



※Image taken on a chartered bus. Ethical Review (No.0066), Aisin Seiki Co.

Introduction of AV E-buses

February 2023

Implemented autonomous driving on E-buses

(one month trial)

Introduction of AV E-bus experiment

no.01 自動運転

運転操作をシステムが行う自動運転は、5段階のレベル分けがされています。今回の自動運転では、システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクの一部タスクを実施する自動運転レベル2に位置付けられます。

no.02 EV(電気)バス

走行中の二酸化炭素排出ゼロの環境にやさしいバスです。今回使用するバスの電池容量は105.6kWhで、これは一般家庭の約8日分の電力使用量に相当するものです。災害時の非常用電源としても活用できます。2/8～2/28の間、運行します。

no.03 信号連携

大津駅～びわ湖大津プリンスホテルの間の9基の信号機において、CTセンサで信号機(車両灯器と歩行者灯器)の灯色情報を検知し、信号情報を自動運転バスの車載器へ連携することで、信号の変わり目での無理のない走行を支援します。バス車内のモニターにも信号情報が表示されるので、ぜひ、注目してみましょう。

no.04 踏切連携

大津駅～琵琶湖ホテル間にある京阪電気鉄道㈱踏切の遮断機に監視装置を設置し、遮断機の状態や電車の接近情報を自動運転バスの車載器と連携することで、踏切における安全で無理のない走行を支援します。

no.05 磁気マーカ

道路に磁気マーカと呼ばれる磁石を埋設し、マーカが発する磁気を車両側で感知し、車両の位置を特定するものです。におの浜一丁目交差点～びわ湖大津プリンスホテル入口までの運行区間上に1,353個のマーカが埋設されております。磁気マーカの大きさは500円玉硬貨の大きさに近いものです。

当社初！ no.06 ターゲットラインペイント

道路上に、自動運転バスに搭載されているLiDARと呼ばれるセンサだけが、認識できる塗料を塗り、走行ルートの逸脱を防止するものです。琵琶湖ホテル～びわ湖大津プリンスホテル間の道路に施工しております。日本ペイント・インダストリアルコーティングス開発の最新技術です。

AV-bus initiative（2025 Osaka World Expo）

AV-bus initiative（2025 Osaka World Expo）

万博開催時の計画概要

場　　所　：淀川左岸線2期区間と1期区間の海老江JCT～大開出入口（予定）

実施時期　：万博開催期間中（詳細な運行期間・頻度は未定）

道路側設備：磁気マーカ、ターゲットラインペイント（塗料）、検知センサ、通信機器類

使用車両　：10.5m（大型）路線バスタイプ車両（EVバス）

その他　　：運賃等や便数についてはその他の駅シャトルバスの検討にあわせ、今後検討

特　　徴　：高速道路における合流支援、先読情報の受信等

車両イメージ写真（出典：ビーワイディージャパン㈱）

“Initiatives for the Future”

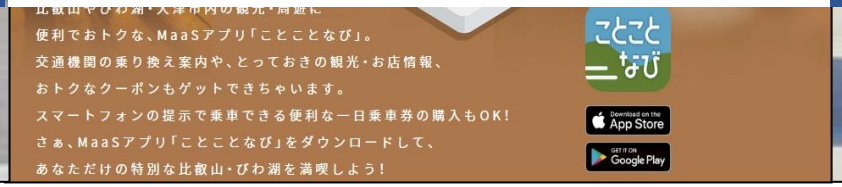
AV-Buses

MaaS

E-Buses

Measures Against Driver Shortage

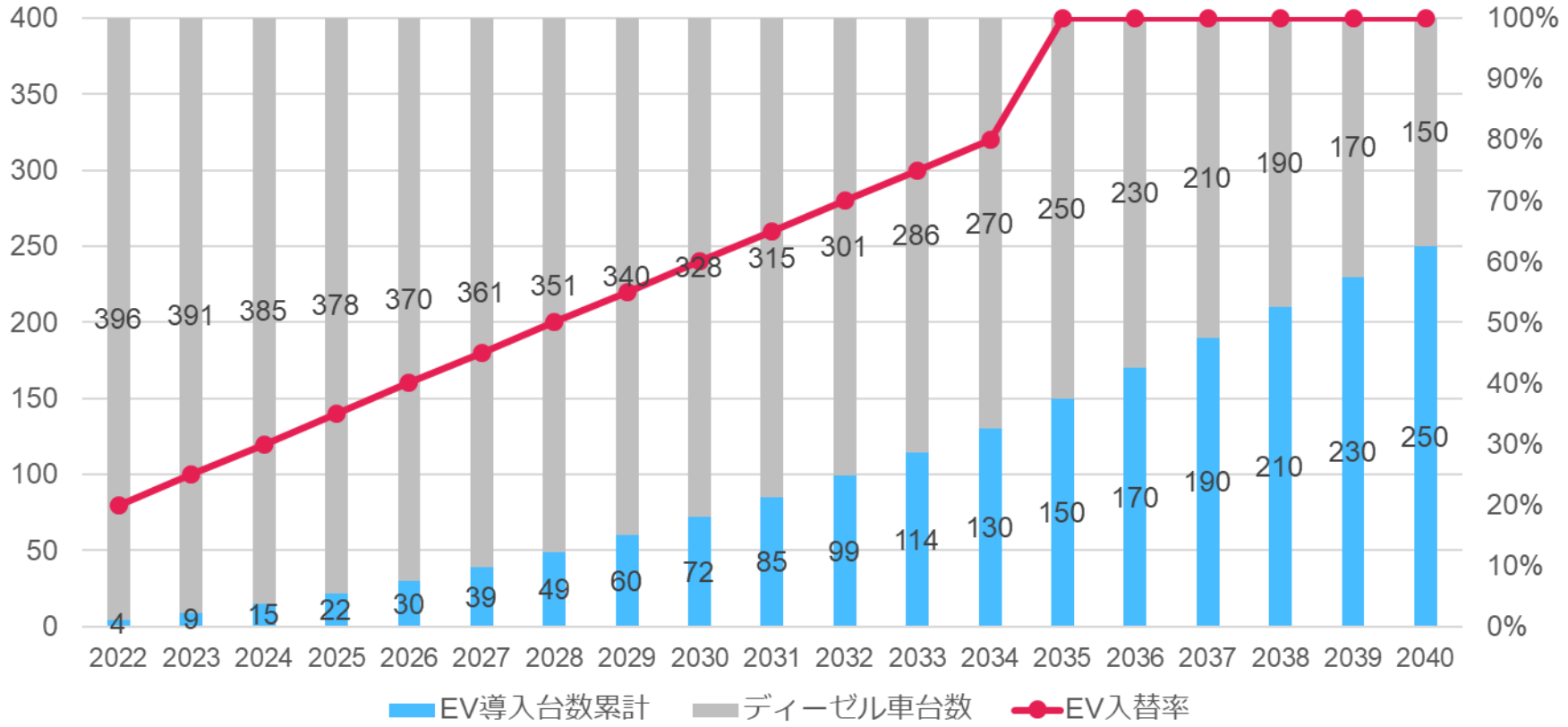
Measures to Promote Bus Usage



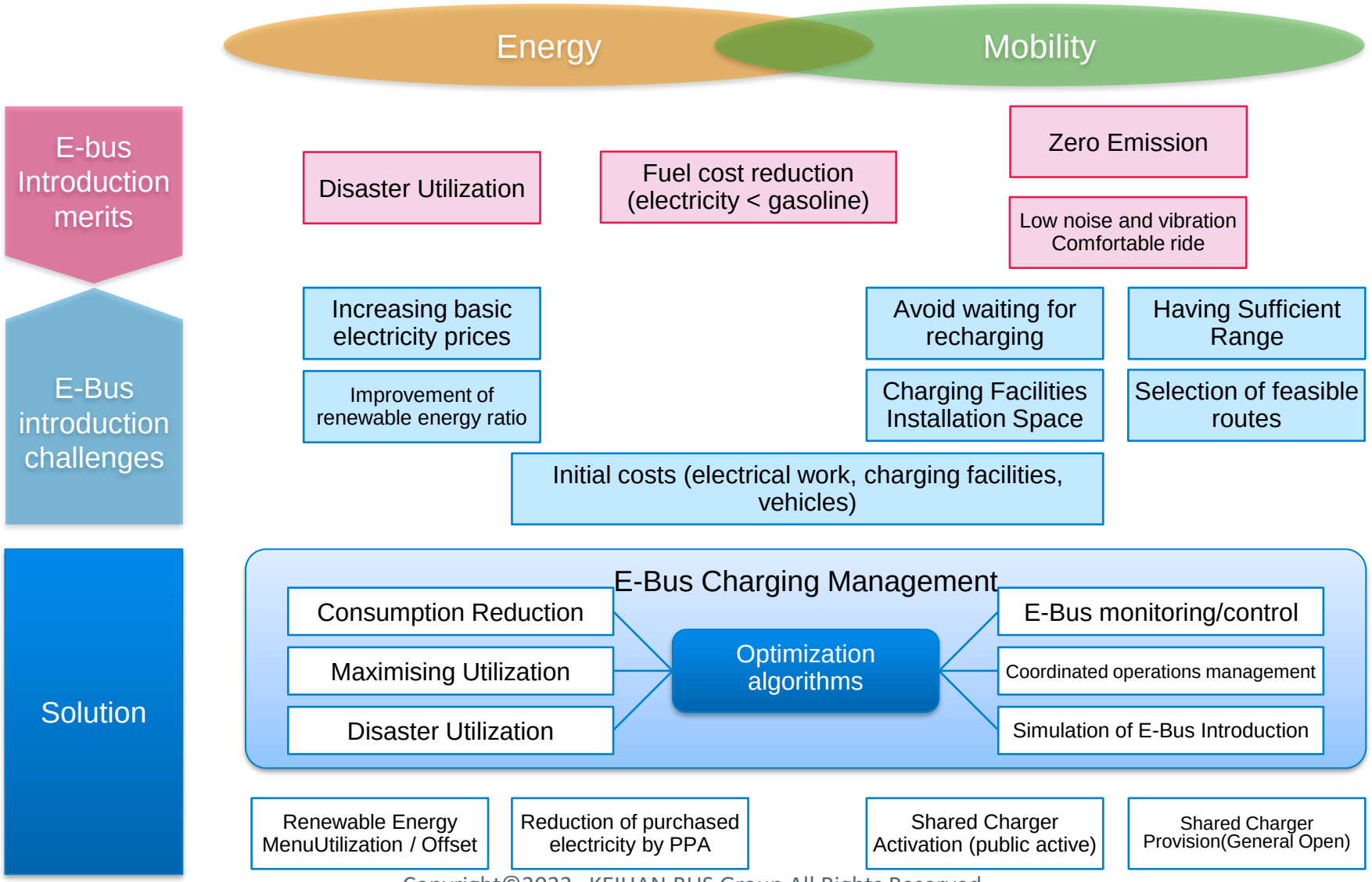
Measures to Reduce CO2 and costs

Simulation of introduction assuming electric buses only

- The conversion of buses to EVs is expected to be phased in over the useful life of the buses, with the goal of stopping diesel vehicle sales by 2035.
- The following is an image of the EV bus introduction plan for a bus operator with 400 buses
  - Assuming a useful life of 20 years for the buses and 20 new buses per year.



Benefits/challenges/solutions of introducing electric buses from an energy and mobility perspective



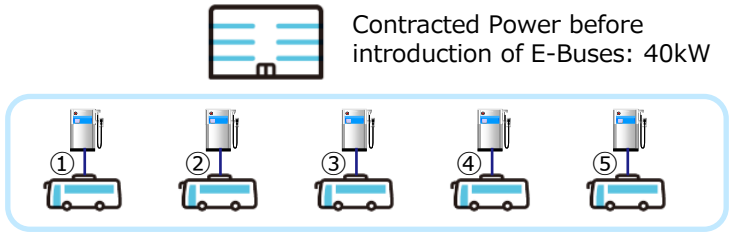
Steps to widely introduce E-buses

- EV buses are expected to be introduced in phases, but each STEP has different issues, and the needed solutions will differ

E-Bus Intro. Steps	STEP1：初期導入段階 FY2022-2026	STEP2：導入促進段階 FY2027-FY2034	STEP3：EVバス標準 FY2035～
	• Introduced on one route • EV buses: ≈ 5	• Expansion to multiple routes of one “office” • EV Buses: ≈ 40	• Deployment across multiple “offices” • EV Buses: > 100
Charging Facilities	• Ratio E-Bus to Charger 1 ： 1 • No major electrical work required	• E-Bus Number > Chargers • Expanded use of Renewable Energy • Utilization of Storage Batteries	• Utilization of off-site charging • Flexible Use of renewable energy (off-site use)
Energy	Basic electricity rate suppression	Reduction of electricity metered charges（DR, etc.)	VPP（Full-scale market utilization）
Assumed Needs	Fuel Cost Reduction Effectiveness Verification	Peak shifting by storage batteries	Off-site PPA utilization
	Remote charging instructions (fixed)	Energy Management Linkage	Utilization of new charging methods
Mobility	Acquisition of basic data on electricity costs, etc.	Simulation of E-Bus Introduction	Vehicle Data Realistic Linkage
	E-Bus status monitoring	Electricity cost verification for different routes	Utilization of shared chargers

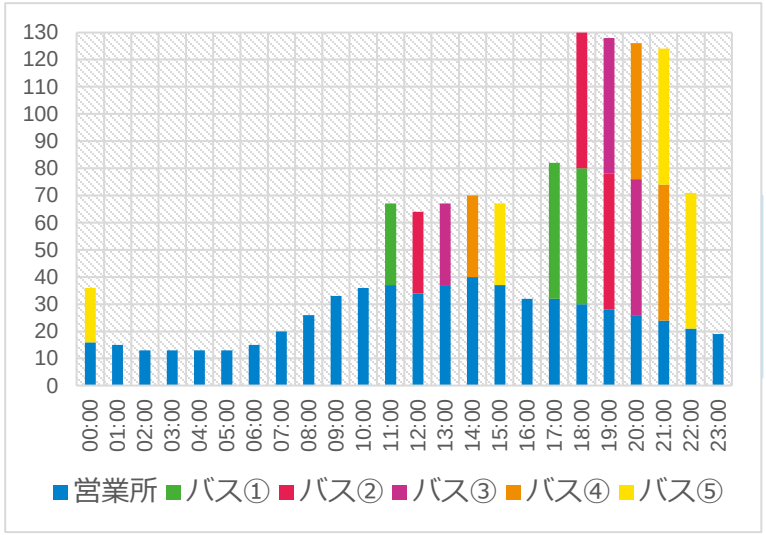
Image of basic rate suppression through E-Bus charging management

Assumed Environment: 5 E-buses, 5 Chargers



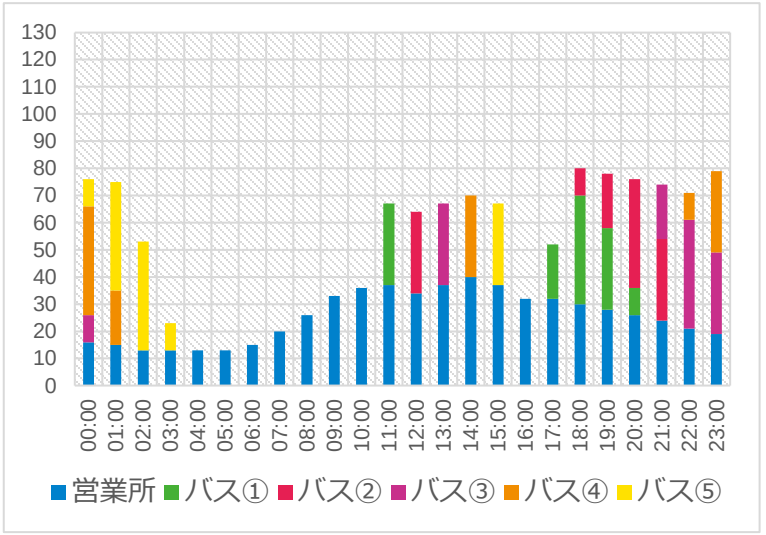
Basic E-Bus Information BYD K8: 81 passengers		
Range	220km	From BYD catalog
Battery Capacity	287kWh	From BYD catalog
Elec. Consump.	0.77km/kWh	[Range]/[Battery capacity]
Av. Distance	100km/日	Assumed, tentative
Required Charge	130kWh/日	[Av. Distance]÷[Elec. Consump]

1. Manual Charging
Contracted Power : 130kW



System Implementation

2. System-Controlled Power
Contracted Power : 80kW（－50kW）



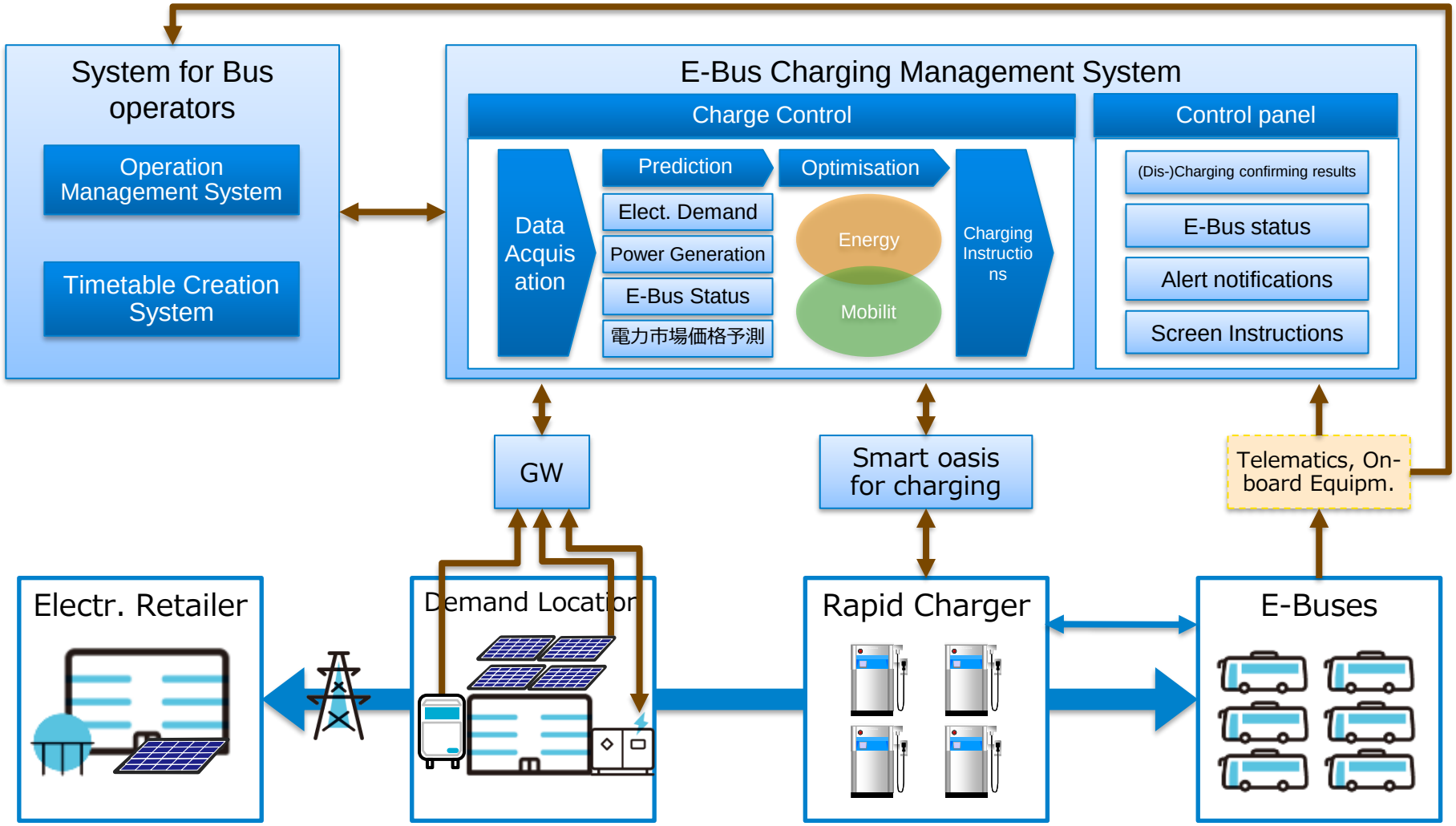
As a result of system control, it is possible to reduce the amount of electricity equivalent to 50 kW. ※1
In terms of electricity rates*2, this can result in cost reductions of approximately 86,000 yen/month, or approximately 1,030,000 yen/year。 ※2,3
(*1) Trial calculation based on our own data. The amount of possible reduction is based on a trial calculation and does not guarantee the effect.(*2) The electricity unit price is based on TEPCO Energy Partner's commercial electricity (less than 500kW) (1,716 yen/kW).(*3) System usage fees are not included in the above cost reductions.

Advantages of System Introduction

- Cost Reduction
- Remote Supervision
- Automatic Operation

E-Bus charge management system image

- Image of future E-Bus charging management system:



こころまち つくろう
KEIHAN
京阪バス


こころまち つくろう
KEIHAN
京阪バス