# 充電ステーション最適配置に関する 解析調査について

電力中央研究所

主任研究員 日渡 良爾

EV・PHVタウンシンポジウムーin東京ー 2013年6月5日(水) 東京ビッグサイト 国際会議場

**R** 電力中央研究所

## 講演概要

- ◆ 交通シミュレーションに基づく解析手法を用いて、電気自動車(EV)の充電需要を評価し、その充電需要を満たす充電ステーション(充電ST)の最適な配置に関する解析結果
- ◆ 最適な充電ST配置結果に基づき、優先配置すべき大都市圏の判定方法、幹線道路における充電ST設置間隔、中核都市における充電ST設置数、都道府県毎に必要となる充電ST設置数に関する評価方法の提案
- ◆本報告に用いた充電インフラ検討用次世代自動車交通シミュレータ「EV-OLYENTOR®」の概要と充電STの最適配置の考え方

EV-OLYENTOR: EV-Optimizer for LaYout of Electric infrastructure Network by Traffic simulatOR (EVの夜明け、さきがけ)

# ご説明内容

- 1. 電力中央研究所におけるEV・充電インフラ検討
- 2. H24年度「充電ステーション最適配置に関する解析調査」の業務委託の概要
- 3. 充電インフラ検討用次世代自動車交通シミュレータ 「EV-OLYENTOR®」
- 4. 「最適な」充電ステーション配置とは?
- 5. 充電ステーション配置の最適化解析結果
- 6. 最適配置結果に基づく充電ステーション設置方針
- 7. まとめと課題

#### 電中研でのEV・充電インフラ検討

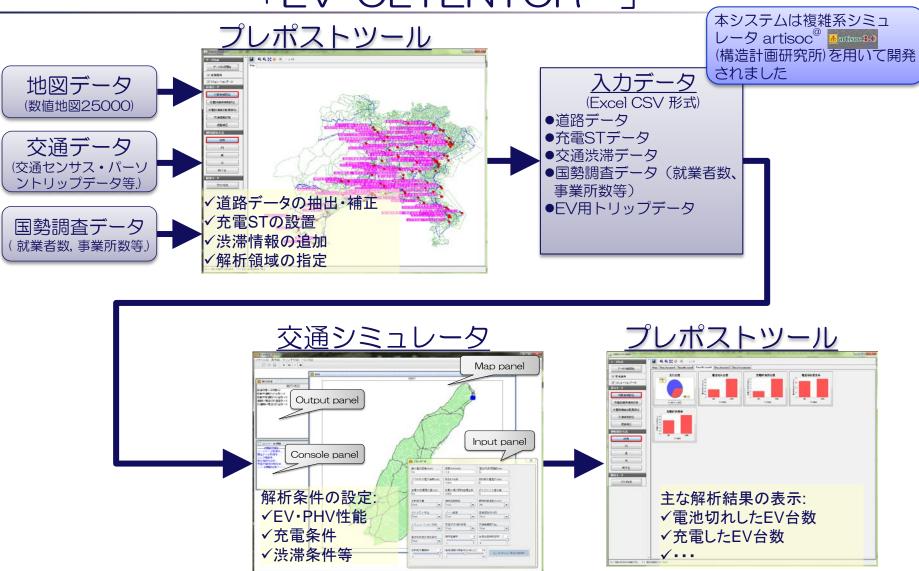
- ◆電気事業の視点から次世代自動車の普及による電力負荷 (系統・配電網)への影響、CO<sub>2</sub>排出削減効果のポテン シャル、輸送部門におけるエネルギー多様化の効果を定 量的に分析
- ◆ 次世代自動車の充電負荷の平準化手法や充電を応用した 自然エネルギーの系統安定化手法の提案(東大との共研)
- ◆ 充電インフラ(充電STや普通充電設備)の設置数等を解析し、将来の電力・配電設備に与える影響評価に必要となる定量的な充電需要予測やEV電池の太陽光発電の余剰電力対策の可能性を検討するために次世代自動車交通シミュレータ「EV-OLYENTOR®」の開発。

## 委託業務の概要

- ◆本調査では、今後の充電ST整備に資することを目的に、 既設の充電ステーション(充電ST)設置効果ならびに、電 池切れ発生数や電池切れに対する不安を最小化する最適 な充電ST配置位置を解析し、今後の充電ST設置方針を 提案する。
- ◆ 実施項目
  - ① 解析対象地区に対し既存の充電ステーションの設置 効果を解析
  - ②解析対象地区に対し最適な充電ステーションの配置を解析
  - ③ 解析対象地区に対し既存の充電ステーションに対する追加充電ステーション設置位置とその効果を解析
  - ④ 効率的な充電ステーション設置方針の提案

R電力中央研究所

充電インフラ検討用次世代自動車交通シミュレータ 「EV-OLYENTOR®」



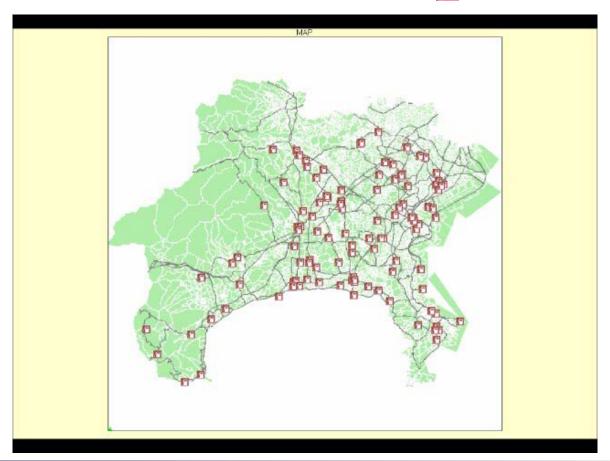


#### システム概要

×:電池切れEV ×:電池切れEVの充電警告灯点灯位置

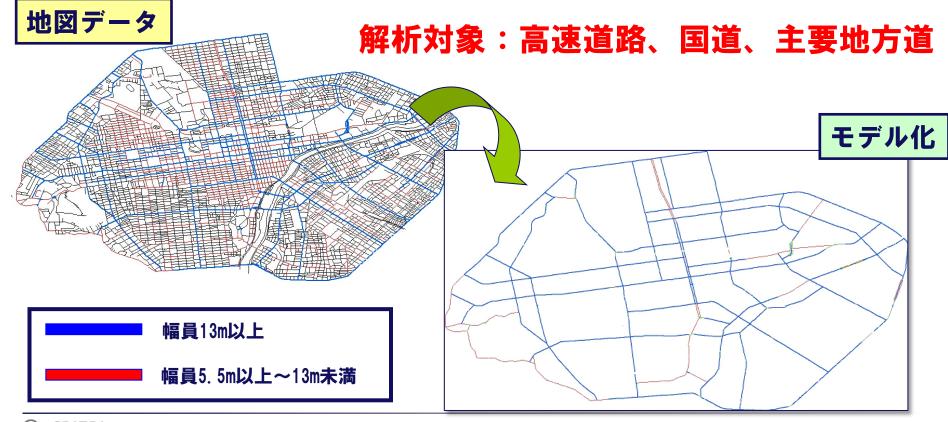
▲:充電警告灯点灯EV ▲:通勤目的 ▲:帰宅目的

▲: ランダム運用
▲:停止中EV
[7]:充電ST



# 解析対象とした道路

- ◆ デジタル道路地図(日本デジタル道路地図協会)
- ◆ 数値地図25000(国土地理院)、Open Street Map (OpenStreetMap Foundation <a href="http://www.openstreetmap.org/">http://www.openstreetmap.org/</a>)も利用可能



# 標高データに基づく道路勾配

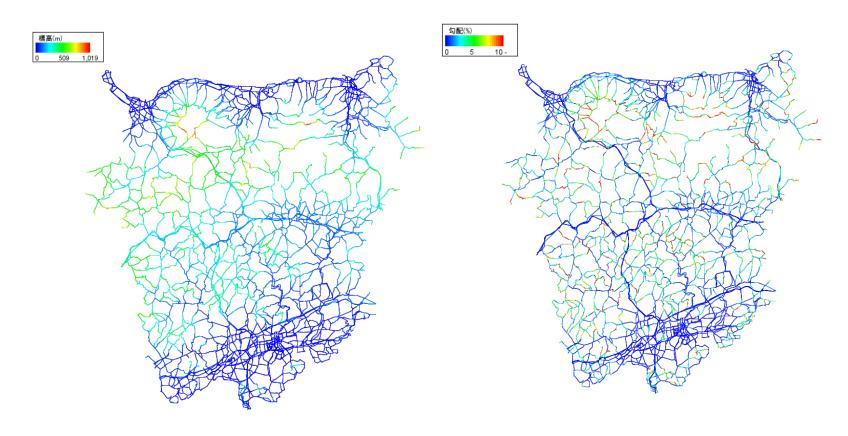
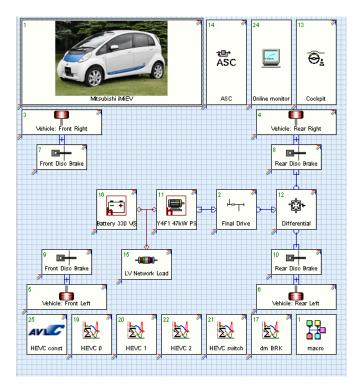
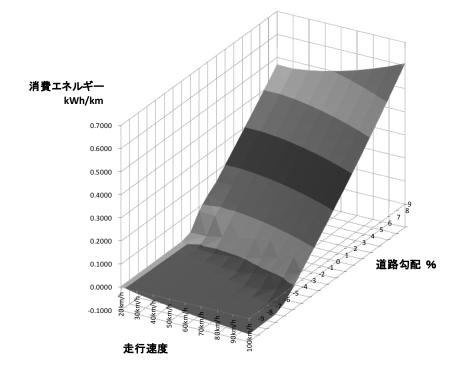


図. 岡山県・鳥取県の道路標高(左)と道路勾配(右)

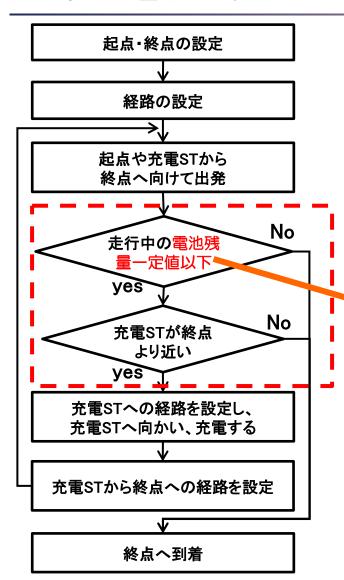
# 道路勾配の燃費への影響

◆電力中央研究所が開発したi-MiEV(2010年モデル、 型式:ZAA-HA3W)電費シミュレーションモデル (オーストラリアのAVL社の自動車シミュレーション ソフト "CRUISE<sup>®</sup>"で開発)





# 充電行動アルゴリズムとEV解析条件



EV解析条件	設定値
搭載電池容量 $C_i$ (kWh)	16
EV運用開始時SOCistart	1.0
走行燃費 $L^{fm}$ (km/kWh)	7.5
アクセサリー機器消費電力 P <sup>ac</sup> (kW)	3.0
充電警告灯点灯閾値 Ealarm(kWh)	8.0
走行速度 一般道/高速道路 (km/h)	45/80
	考慮

充電警告灯点灯後、EVは最寄りの充電STに向け充電行動を開始する

# 充電警告灯点灯閾值

- ◆ 電池残量50%以下で充電の必要性 (図2-7、外出先での充電の判断指標となる バッテリー残量「駐車場等への充電施設置 に関するガイドライン」平成24年 国土交 通省)
- ◆ 米国でも電池残量50%~60%が充電行動のピーク (http://avt.inl.gov/evproject.shtml)
- ◆ 電池残量が50%以下となった時に 充電需要が発生すると仮定
- ◆ ただし、E V運用に関する習熟度で、 判断基準となる残量が小さくなる傾向があるとの指摘

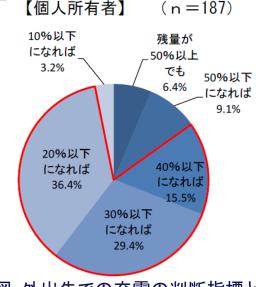
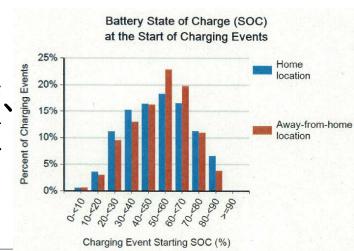
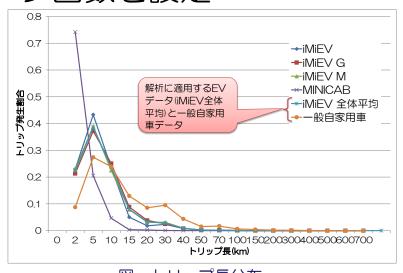


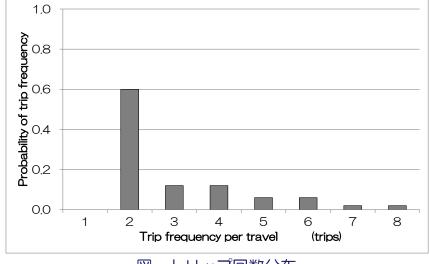
図:外出先での充電の判断指標となるバッテリー残量



# EV運用条件(起点・終点・トリップ回数)

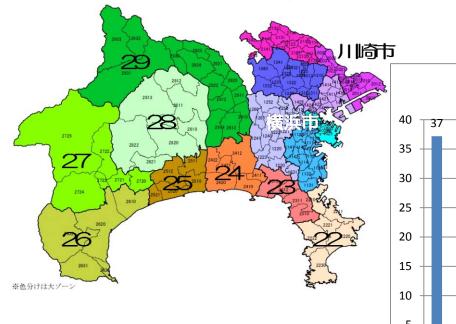
- ◆評価対象:自家用乗用車
- ◆起点:就業者人数の分布に比例して地図上に発生
- ◆トリップ長:交通量調査データをベースに決定
- ◆ 終点:事業所数の分布に比例して設定
- ◆経路:起点・終点間を最短時間で移動するよう経路選択
- ◆ トリップ回数:交通量調査データに基づき1日のトリップ回数を設定

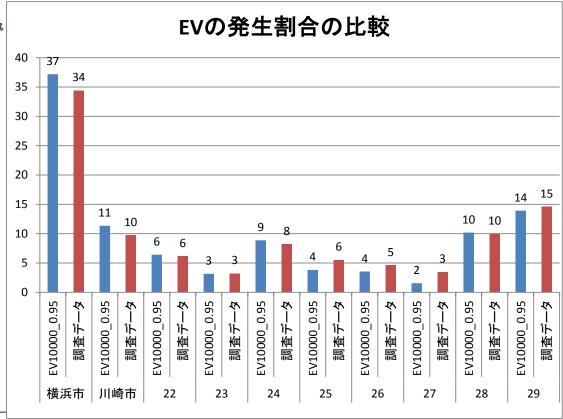




#### 交通シミュレーションの妥当性1

◆解析結果とパーソントリップデータとの比較により、発生地区の妥当性確認

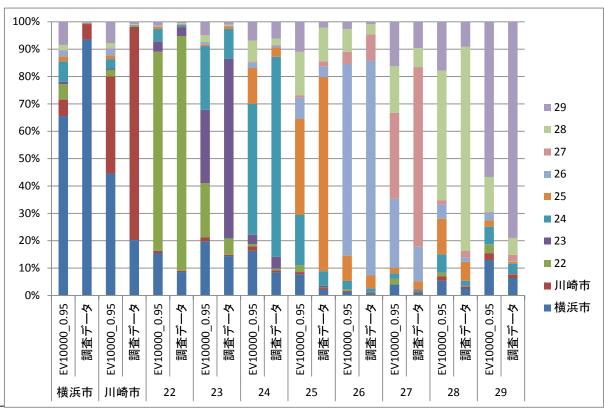




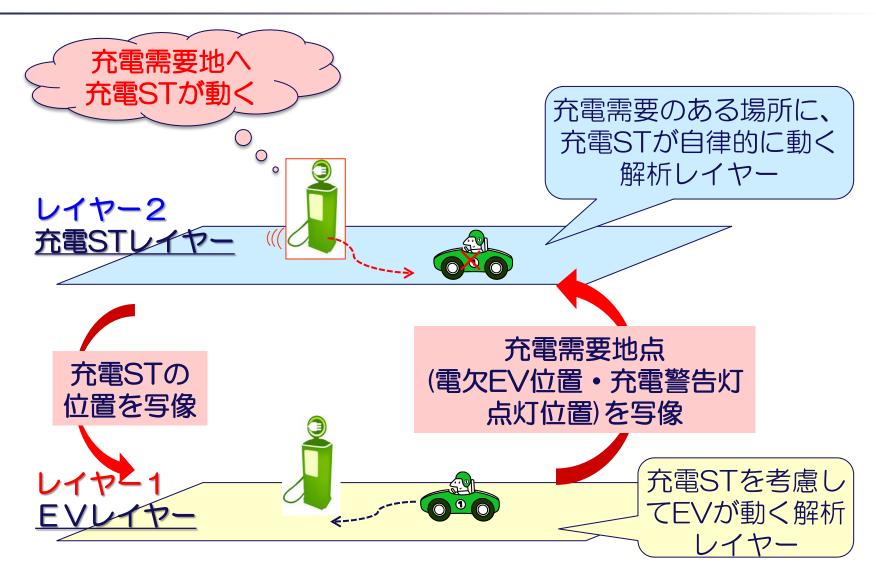
#### 交通シミュレーションの妥当性2

◆解析結果とパーソントリップデータとの比較により、起点・終点に関する妥当性の評価



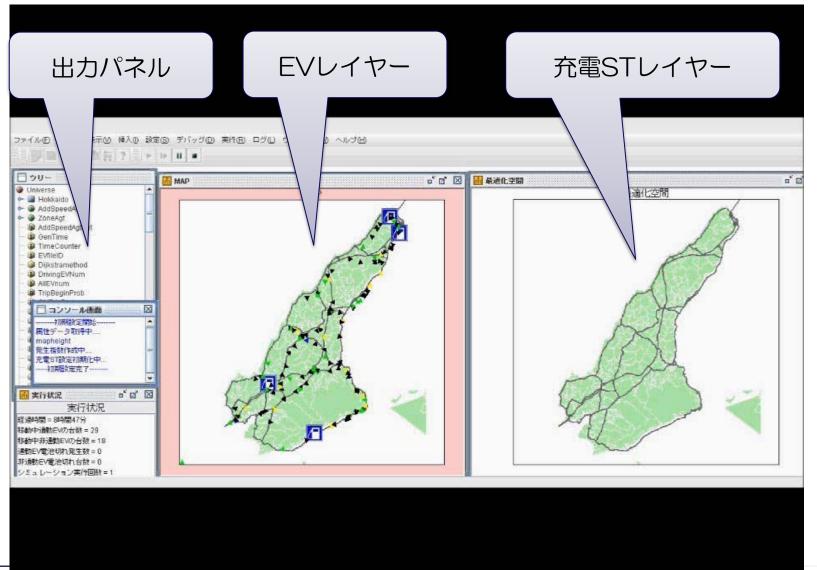


# 充電ST位置補正アルゴリズム



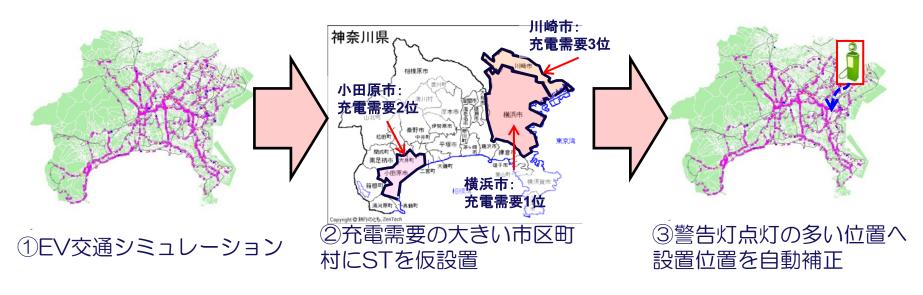


# 充電ST自動位置補正の様子



## 充電ST配置アルゴリズム

- ① 交通シミュレーションにより充電警告灯点灯位置・地区毎の点灯時間積算値を評価
- ② 地区毎の充電需要(充電警告灯点灯時間の積算値)順位 の高い市区町村順にSTを仮設置
- ③ 電池切れしたEVの充電警告灯が点灯多い領域へ自動位 置補正



#### 「最適な」インフラ配置とは?

- ◆充電ステーションの配置数は?
  - ➤ E Vユーザーの視点とインフラ事業者の視点 (最終的なビジネスとしての成立性)
    - ■E Vユーザーの視点: 充電ステーション設置数は 多ければ多いほど便利(許容できる電池切れ発生リ スク)
    - ■ステーション設置事業者:設置数が多すぎると充電ステーション利用台数が減る(過度な競争が発生)
- ◆充電ステーションの設置位置は?
  - ▶充電需要が多い領域から優先設置

## 電池切れ発生リスクの考え方

- ◆ ガソリン車でのガス欠発生リスク
  - ▶ ガソリンスタンド数:約40000か所(2010年)
  - ▶ ガソリン車のガス欠リスク:~5.0×10<sup>-4</sup>%
    - ガス欠による年間救援出動回数:84420回(JAF http://www.jaf.or.jp/rservice/data/index.htm)
    - 乗用車台数(軽自動車含む):約6800万台
    - 自家用車実働率(平成20年度):約70%(国土交通省自動車輸送統計)
- ◆電気自動車の電池切れ発生リスク
  - 急速充電器設置数:1677基(2013年)
  - ▶ ガソリン車と同等な長距離運転も含む運用をした場合、一部の都 道府県を除き、最大で10%程度の予測
- ◆本報告で目標とする電気自動車の電欠発生リスクは1%以下と設定し、それに必要な充電ステーション数を評価

#### 本報告における「最適配置」とは

◆ E Vが現在の自家用車同等の運用をした際に、電池切れ 発生リスク1%以下に必要な充電ステーション設置数 注意点

- ▶ 電池切れ発生リスク1%はEV普及に向けたマイルストーンであり、ゼロリスクに近づけるEV性能向上・インフラ整備が必要
- ◆ 既設充電STを考慮せず、交通シミュレーションにより 予測した充電需要の大きい個所に設置

#### <u>注意点</u>

- ▶ 同一の発生リスクを実現しても配置位置は複数ケース存在
- 対象道路は高速・国道・主要県道のみ
- ▶ 最短時間で移動する簡単な経路選択モデル
- ▶ 設置位置を特定するようなミクロな需要予測精度は無い
- ◆地区毎の必要となる設置数、道路毎の設置間隔として充電ST設置方針を提案

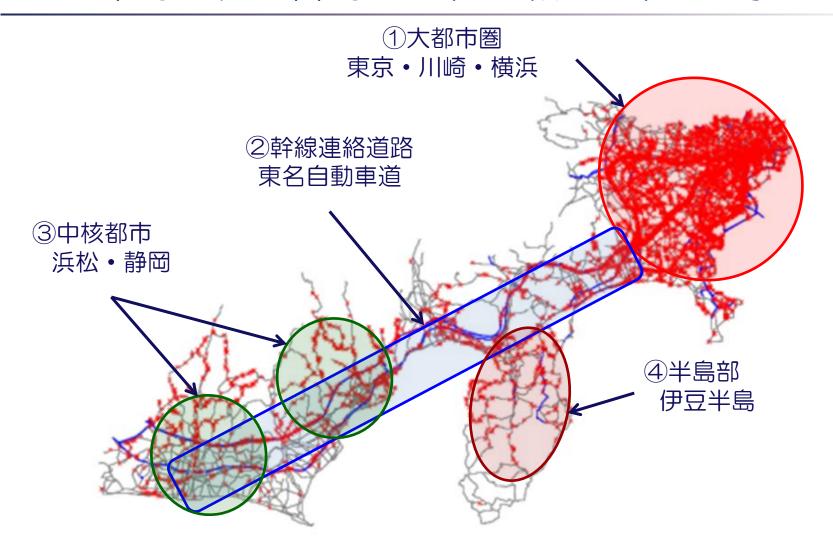
# 解析対象地区

- ◆解析対象地域の選択時の考慮点
  - ▶ 県境形状(道路形状)
  - ▶ 主要都市位置関係
  - ▶ 地理特徴(高標高地域)
  - ➤ 都道府県を跨ぐ広域解析(大都市圏・地方)
- ◆ 今回選択した解析対象地区(6地区10都道府県)
  - ▶岡山県・鳥取県
  - ▶大阪府
  - ➤ 愛知県 岐阜県
  - ▶東京都•神奈川県•静岡県
  - > 栃木県
  - ▶ 青森県

# 東京都・神奈川県・静岡県の解析の様子

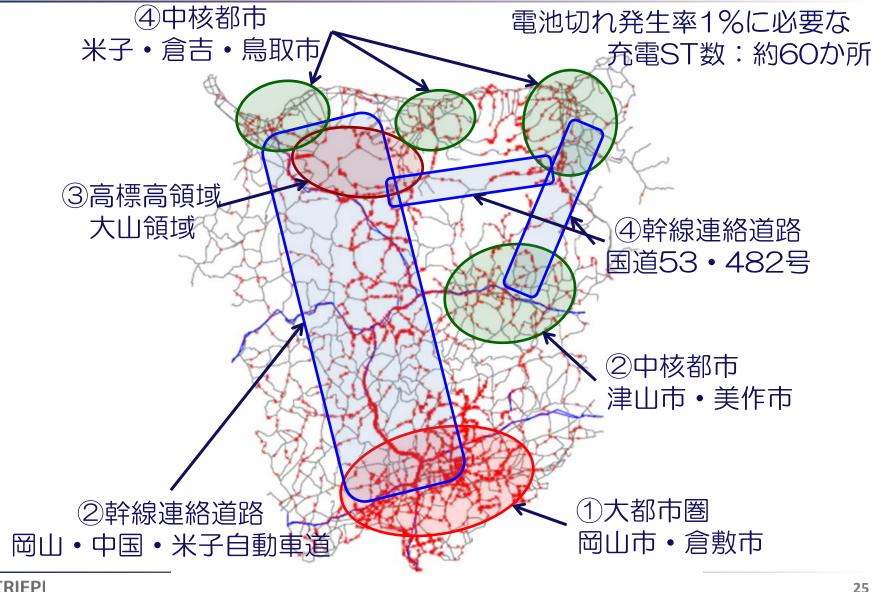


# 東京都・神奈川県・静岡県の場合

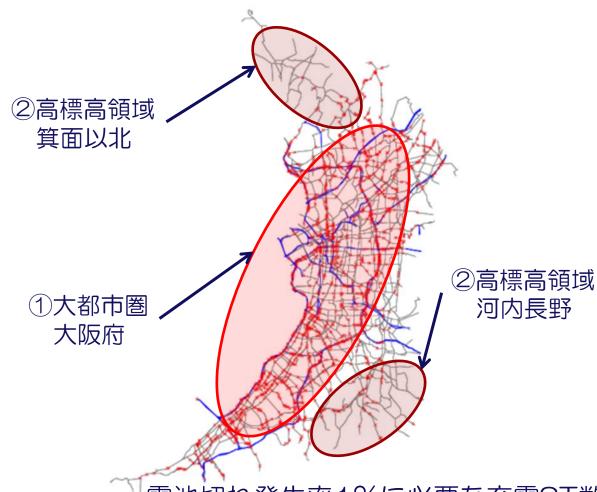


電池切れ発生率1%に必要な充電ST数:約160か所

## 鳥取県・岡山県の場合

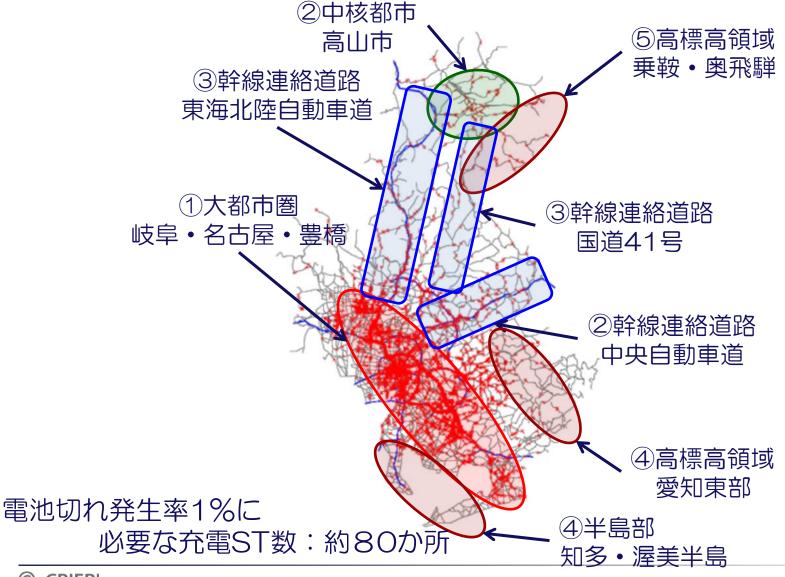


# 大阪府の場合

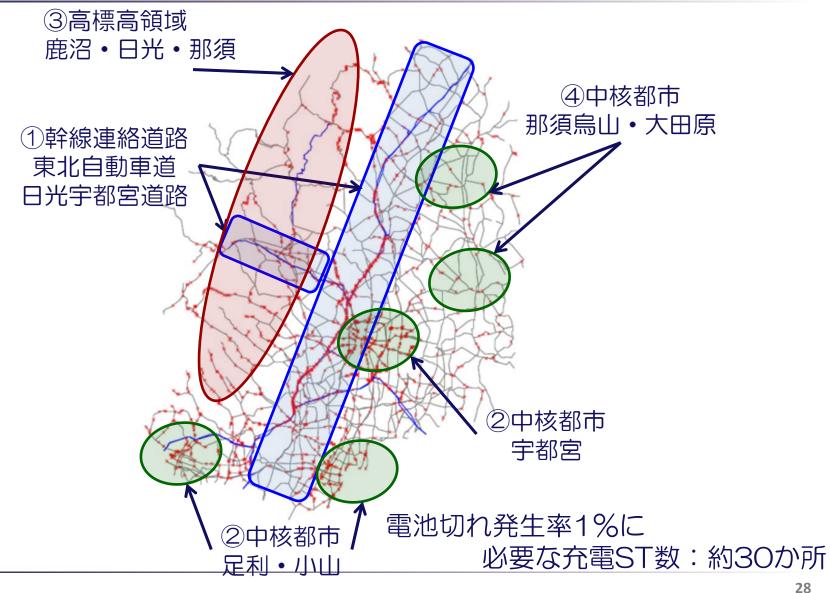


電池切れ発生率1%に必要な充電ST数:約20か所

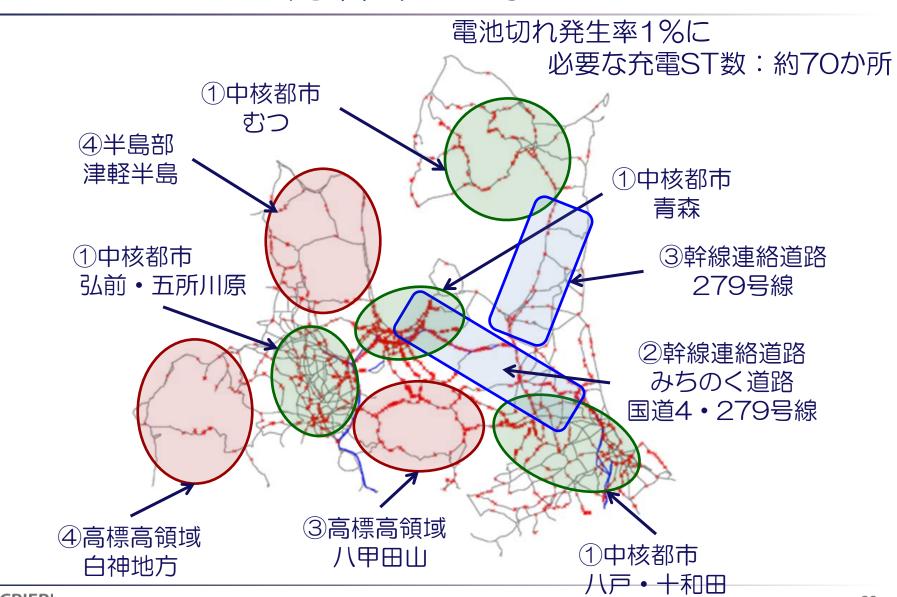
# 岐阜県・愛知県の場合



#### 栃木県の場合



## 青森県の場合



## 充電ST配置の考え方

解析結果に基づく充電ステーション設置パターン

- ①大都市における優先的なメッシュ状設置(大都市設置)
- ②中核都市への設置
- ③都市間幹線道路設置(幹線連絡道路設置)の設置 形態
- ④半島部や高標高部における設置
- ⑤全域均一に設置する設置形態

## 大都市における優先設置

- ◆ 充電ステーション導入対象地区の中で、人口集中する都市 が存在する場合、その都市部を優先して設置
- ◆ 各都道府県の県勢データ(人口、事業所数、面積等)の相関 係数から判断基準となる評価指標を抽出
- ◆ 評価指数
  - =(人口密度[人/km<sup>2</sup>])×(事業所密度[数/km<sup>2</sup>])×(面積[km<sup>2</sup>])
- ◆ 各都市の評価指数に関する偏差値が150以上もしくは、 100以上の隣接都市がある場合に、大都市に優先的に配 置する結果となった



# 大都市優先配置の評価結果

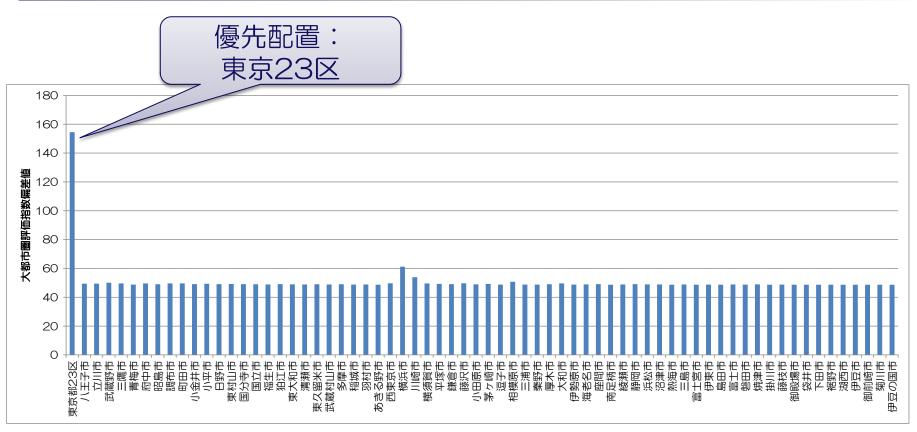
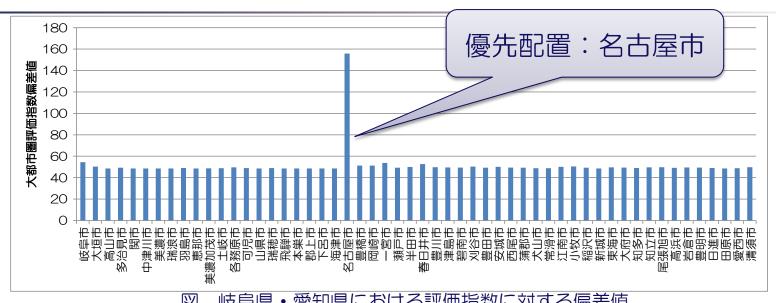
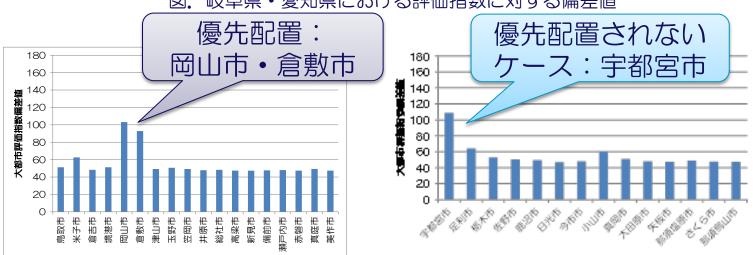


図. 東京都・神奈川県・静岡県における評価指数に対する偏差値

# 大都市優先配置の評価結果



愛知県における評価指数に対する偏差値



栃木県における評価指数に対する偏差値 鳥取岡山県における評価指数に対する偏差値図

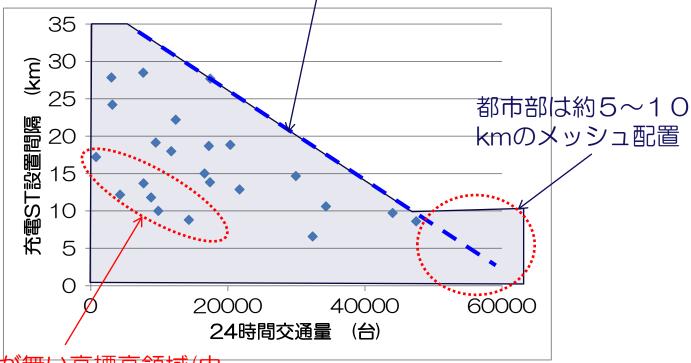
## 幹線道路への配置

- ◆高速道路と一般道路は分けて考える
  - ▶ 高速道路: サービスエリア(SA) パーキングエリア (PA)への 整備
  - ▶一般道路:電池切れ発生率が1%未満に必要な充電 STの設置間隔を評価
- ◆解析対象となった国道(主要24国道)に関して、電池切れ発生率が1%以下に必要な充電ST設置数から平均的な充電ST設置間隔を評価
- ◆ 充電ST設置間隔≤-0.00064×(24時間交通量)+ 38.8

# 充電ST設置間隔の考え方

充電ST設置間隔[km]

≤ -0.00064×(24時間交通量[台])+38.8



高速道路が無い高標高領域(中

国山地 • 奥多摩 • 富士山麓等)

や半島(伊豆半島)

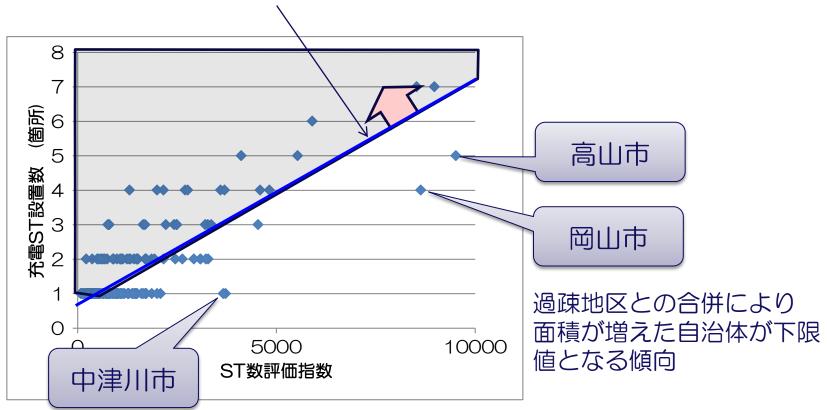
## 中核都市への充電ST設置

- ◆解析対象となった400市区町村に関する、電池切れ発生率が1%以下に必要な充電ST設置数の評価結果
- ◆EVの出発地・目的地に選ばれる回数が大きい都市ほど充電STの需要は大きいという考え方
  - ▶出発地に選ばれる回数は人口密度に比例と仮定
  - > 目的地に選ばれる回数は事業所数密度に比例と仮定
- ◆都市当たりの充電ST数・面積・人口・事業所数の相関係数から、充電ST設置の評価基準となるST評価指数を定めた
- ◆ST評価指数
  - =(面積[km<sup>2</sup>])<sup>0.68</sup>×(人口[人])<sup>0.2</sup>×(事業所数[事業所])<sup>0.19</sup>

# 中核都市への充電ST設置数

◆ ST評価指数 =(面積[km²])0.68×(人□[人])0.2×(事業所数[事業所数])0.19

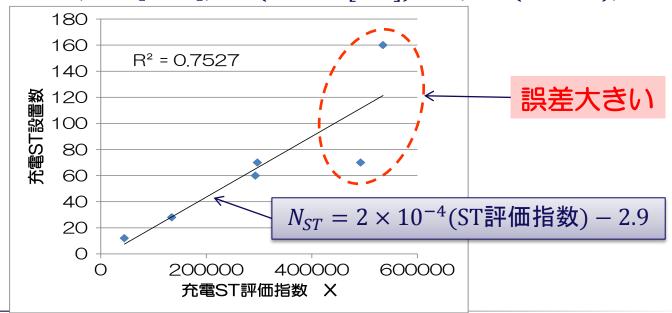
(都市当たりの充電ST数) ≥ 0.0006x(ST数評価指数) + 0.822



#### 都道府県レベルでのST設置数評価の試み

- ◆ 中核都市への充電ST設置同様に検討
- ◆ 都市当たりの充電ST数・面積・人口・事業所数の相関 係数から、充電ST設置の評価基準となるST評価指数
  - ➤ 道路網の複雑さを表す指数として50km以上の半島数
  - ➤ 都道府県単位の全道路長

ST評価指数=  $(面積[km^2])^{0.65}(道路長[km])^{0.75}(1+(半島数))^{0.46}$ 



#### まとめ

- ◆交通シミュレーションの基づく解析手法を用いて、EVの 充電需要を評価し、その充電需要を満たす(<u>電池切れ発生</u> <u>率1%</u>)充電STの最適な配置に関する解析を行った
- ◆ 最適な充電ST配置結果に基づき、優先配置すべき大都市 圏の判定方法、幹線道路における充電ST設置間隔、中核 都市における充電ST設置数に関する評価方法を提案
- ◆ 都道府県毎に必要となる充電ST設置数に関する評価方法 も検討したが、評価精度向上のためサンプル数(都道府県 数)を増やす必要性
- ◆ 今回の結果は、電池切れ発生率1%というマイルストーン 到達目標としている。現在の自家用車同等の電池切れ発生 率(10<sup>-4</sup>%程度)実現のためには、より一層のEV性能向上 や充電インフラ整備が求められる

#### 謝辞

◆本委託業務を実施するに当たり、経済産業省製造産業局自動車課様、次世代自動車振興センター様、三菱総合研究所様、 日本自動車研究所様、構造計画研究所様には、ご指導・ご協力いただきました。 深く感謝の意を表します。

ご清聴ありがとうございます ご質問・ご意見等ございましたら、 日渡までお願いいたします。 (hiwatari@criepi.denken.or.jp)