
電動車へのワイヤレス電力伝送(WPT)規格化 (IEC 61980シリーズ及びISO 19363) 最新動向

三木 隆彦

日本自動車研究所 電池充電標準化WG主査
(日本自動車工業会 充給電分科会長)
(BWF 標準開発部会 副主査)
(IEC/TC69/WG7 議長)
(ISO/TC22/SC37/JPT19363 副リーダー)
トヨタ自動車株式会社

電動車をとりまく情勢

- 地球温暖化防止や大気汚染防止に向けて、電動車へのシフトが世界的に加速

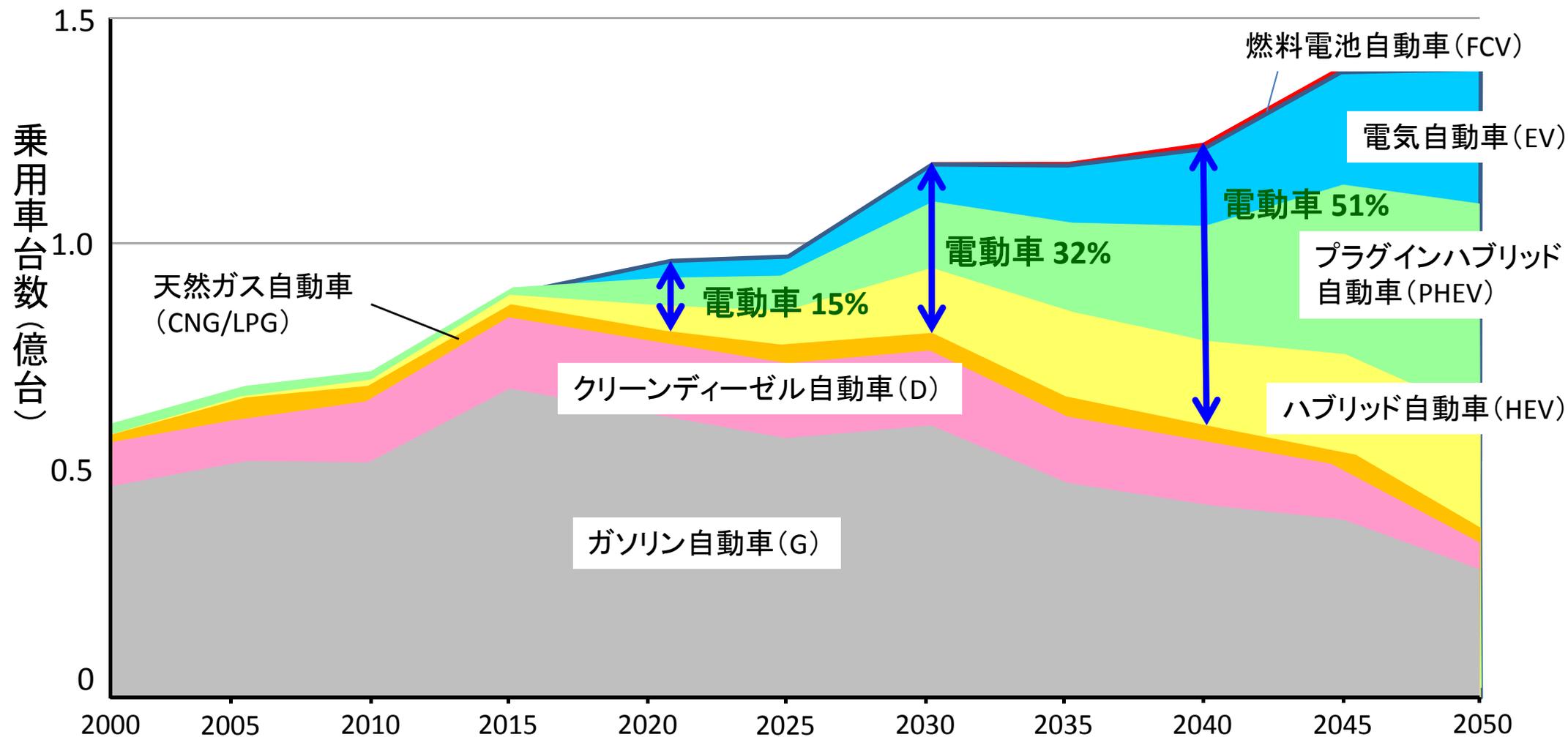
国	発表年月	発表者	目標・発言
英	2017年7月	運輸省、環境・食料・農村地域省	2040年までにガソリン・ディーゼル車の販売を禁止(HVについては不明)
仏	2017年7月	ユロ・エコロジー大臣	2040年までに温室効果ガスを排出する自動車の販売を終了(HVについては不明)
独	2016年10月	連邦参議院	ガソリン・ディーゼルエンジンの販売を禁止する決議案を可決
	2017年7月	政府報道官	「ディーゼル車およびガソリン車の禁止はドイツ政府のアジェンダには存在しない」と発言
	2017年9月	メルケル首相	「ディーゼル車の改良とEVへの投資を同時に進める二正面作戦が必要」
中	2016年9月	工信部	2019年から新エネルギー車(NEV)規制を導入すると発表、全販売量のうち一定比率の新エネルギー車の販売を求める予定
米	2012年	カリフォルニア州	2018年からゼロエミッション(ZEV)規制においてHVをクレジット対象から除外
印	2017年	NITI Aayog(研究機関)	2030年までにすべての販売車両をEV化する
	2018年3月	電力相	新車販売に占めるEV比率の政府目標を2030年30%」に修正(追記)

出典: 資源エネルギー庁 Webサイト

- 日本では、経済産業大臣主催の「自動車新時代戦略会議」の中間整理(2018年8月)にて、「2050年までに、世界で供給する日本車のxEV(電動車:電気自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車)化を進め、世界最高水準の環境性能を実現するとともに、世界のエネルギー供給とも連動し、燃料から走行までトータルでの温室効果ガス排出量をゼロにする“Well-to-Wheel Zero Emission”チャレンジに貢献する」ことを長期ゴールとしてとりまとめ
- 国際エネルギー機関(IEA)は、世界のEVとプラグインハイブリッド車の販売台数は30年に17年の15倍の2150万台に達すると予測(2018年版予測)

電動車をとりまく情勢

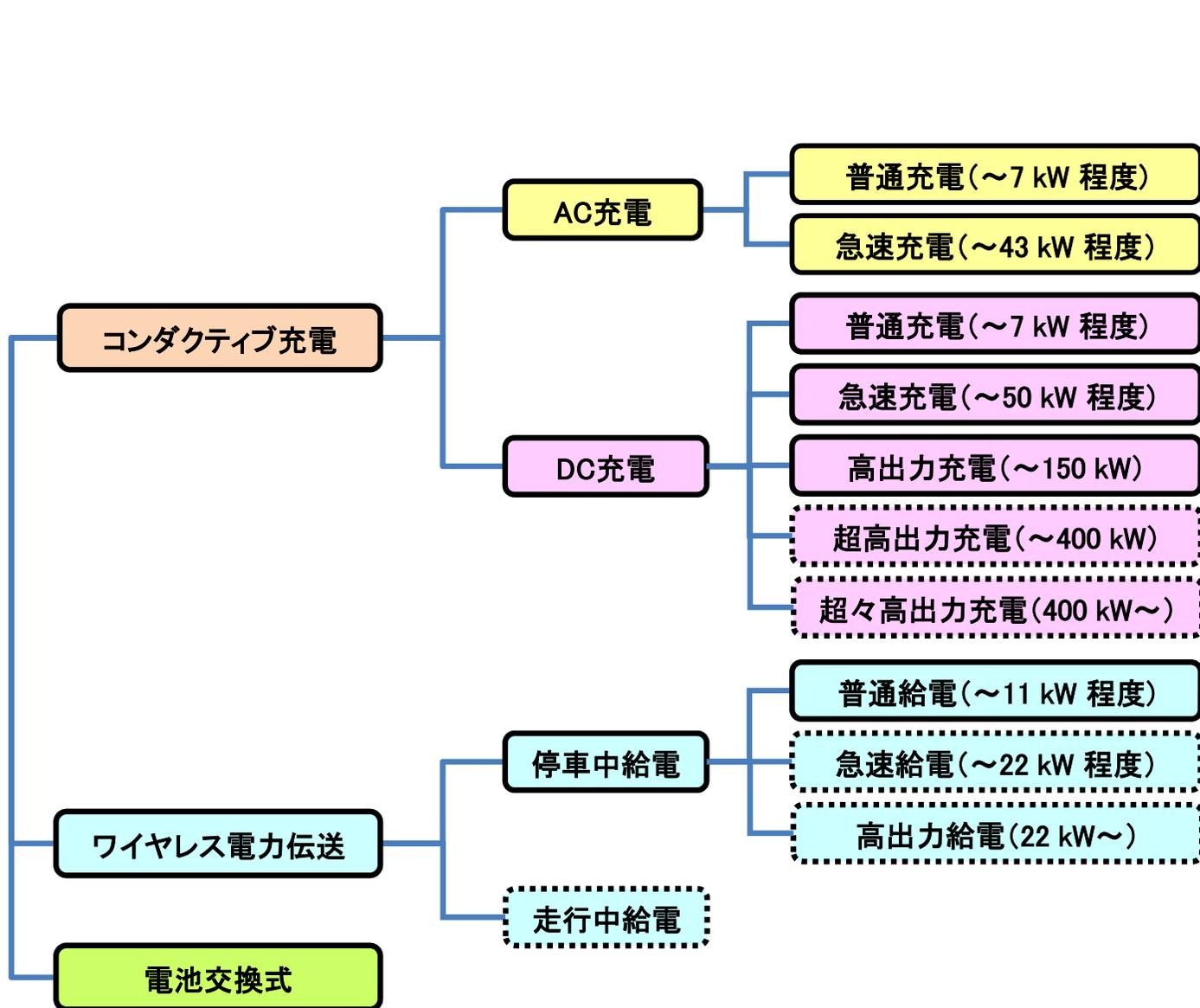
▶ パワートレーン別長期見通し



(出所)自動車新時代戦略会議(第1回)資料 (IEA「ETP(Energy Technology Perspectives) 2017」に基づき作成)

電動車の充電システム規格

EV電池充電の種類

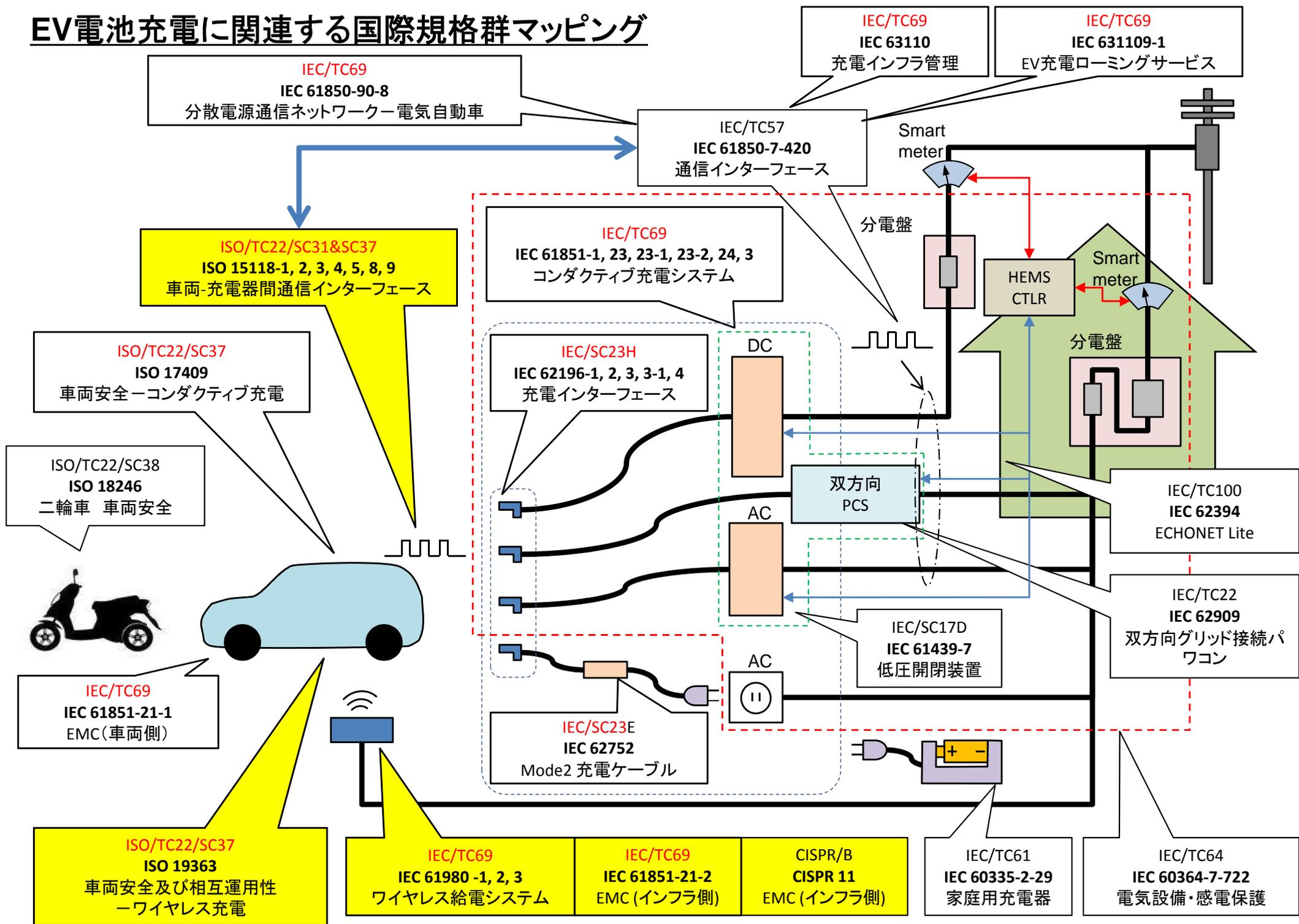


注1) 上記の分類は便宜的なものであり、明確に定義されたものではない。
注2) 点線中のものは、現時点では実用化はされていない。

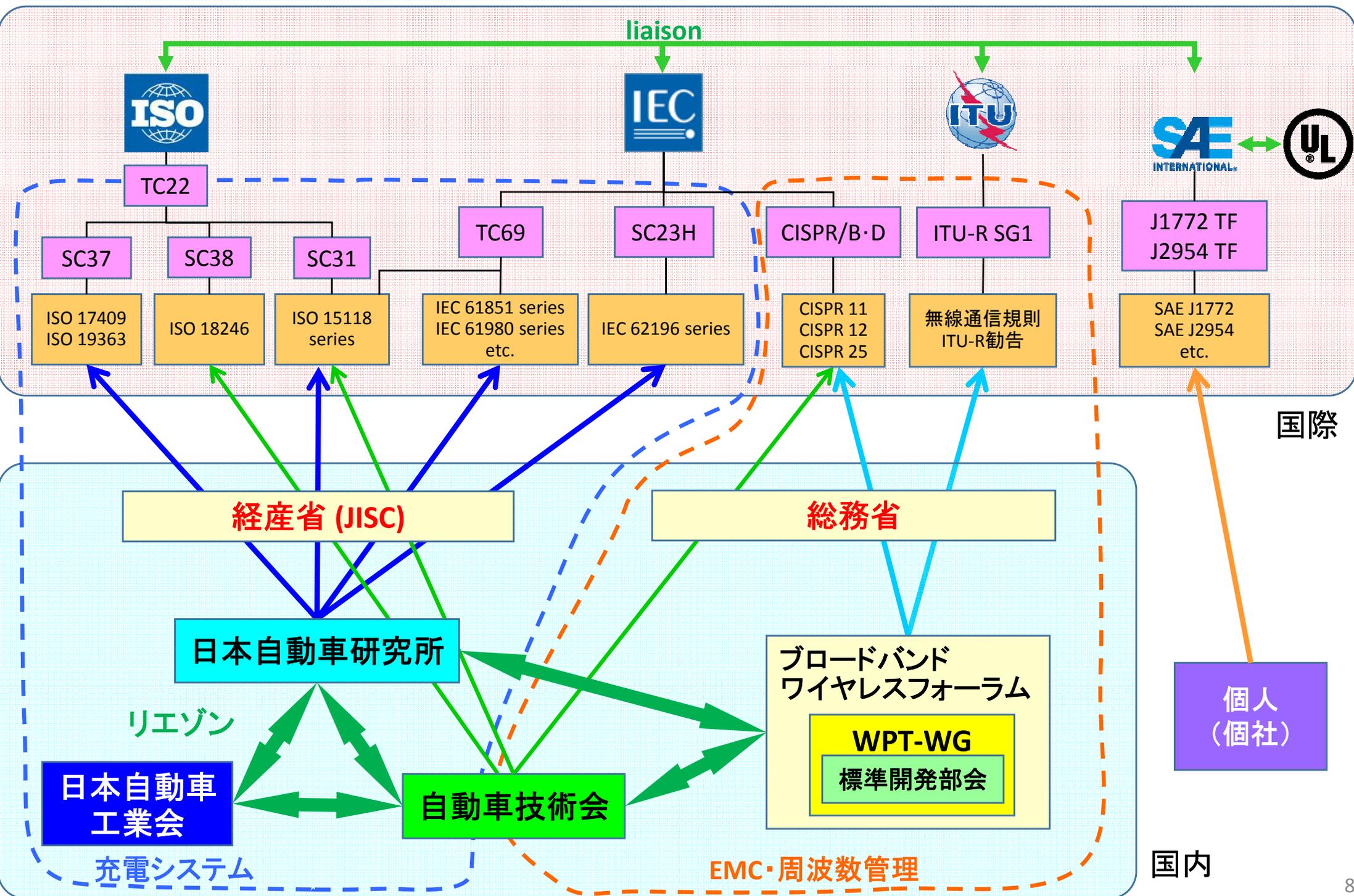
ワイヤレス電力伝送(WPT)のメリット

- 充電時の利便性が高い
 - 女性やお年寄りでも、迅速・容易に充電できる
 - 夜間の薄暗いところでも、迅速・容易に充電できる
 - 大型車を充電する場合や超急速充電においても、大重量の充電設備を操作することなく、迅速・容易に充電できる
 - 悪天候の状況下においても、濡れたり、手を汚したりすることなく充電できる
 - 営業車のオペレータにとって、充電作業の負担が少ない
- 将来的な発展として、交差点等での停車中の充電や走行中の充電も検討が進められており、駆動用蓄電池の容量低減(=車両価格・重量低減)、航続可能距離の延長につながられる
- 公共交通機関(路面電車等)の架線レス化への展開も見込まれる
- 自動車と家庭電源網とのワイヤレス常時接続が可能であり、スマートハウスやスマートグリッドの普及の一助となる
- 特に、インフラ側装置(コイル)と車両側装置(コイル)の位置決め手法において自動運転との親和性が非常に高い。

EV電池充電に関連する国際規格群マッピング



EV電池充電に関連する主な国際標準化組織



主な EV用ワイヤレス電力伝送(WPT)に関する規格・勧告 (2019年11月時点)

➤ 関連する主な国際規格は、下表の通り。

標題	発効日 (発行見込)	改訂見込日	委員会
IEC 61980-1 電気自動車用ワイヤレス電力伝送(WPT)システム — 第1部: 一般要求事項	2015/7 (IS 1 st Ed)	2020/8 (IS 2 nd Ed)	IEC/TC69
IEC 61980-2 電気自動車用ワイヤレス電力伝送(WPT)システム — 第2部: 磁界を用いた電力伝送システムの制御・通信要件	2019/6(TS)	2021/3 (IS)	
IEC61980-3 電気自動車用ワイヤレス電力伝送(WPT)システム — 第2部: 磁界を用いた電力伝送システム要件	2019/6 (TS)	2021/3 (IS)	
ISO 19363 電気自動車—磁界を用いた電力伝送—安全要件及び互換性要件	2017/1 (PAS)	2020/2 (IS)	ISO/TC22/ SC37
SAE J2954 <i>Wireless Power Transfer for Light-Duty Plug-In Electric Vehicles and Positioning Communication</i>	2017/11 (RP)	2020/2 (IS)	SAE J2954TF

TS: Technical Specification, PAS: Publicly Available Specification, IS: International Standard, RP: Recommended Practice

* :IEC 61980-2は当初はあらゆるWPT技術(磁界・電界・マイクロ波・レーザー等)をカバーする制御・通信規格であったが、現時点では磁界を用いたWPT以外への取り組みはなされていないため、「適用範囲を磁界を用いた電力伝送システム」に限定することで昨年末に合意。

➤ EV用WPTの作動周波数の割り当てについては、近日中にITU-Rより勧告が発行される見込み

標題	発効日	改訂見込日	委員会
RECOMMENDATION ITU-R SM.2110 ITU-R勧告 Frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission systems	2017/9	2019/12 (IS 2 nd Ed)	ITU-R

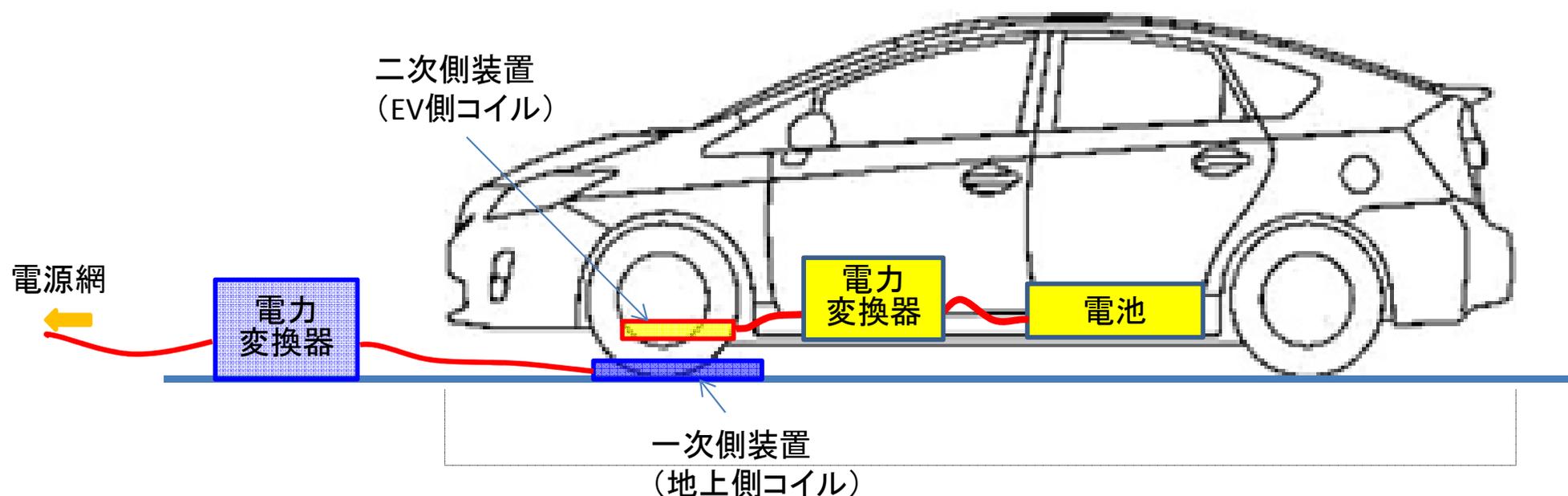
電動車用ワイヤレス電力伝送システム標準化内容

注)標準化仕様は未だ流動的であり、決定されたものではありません。

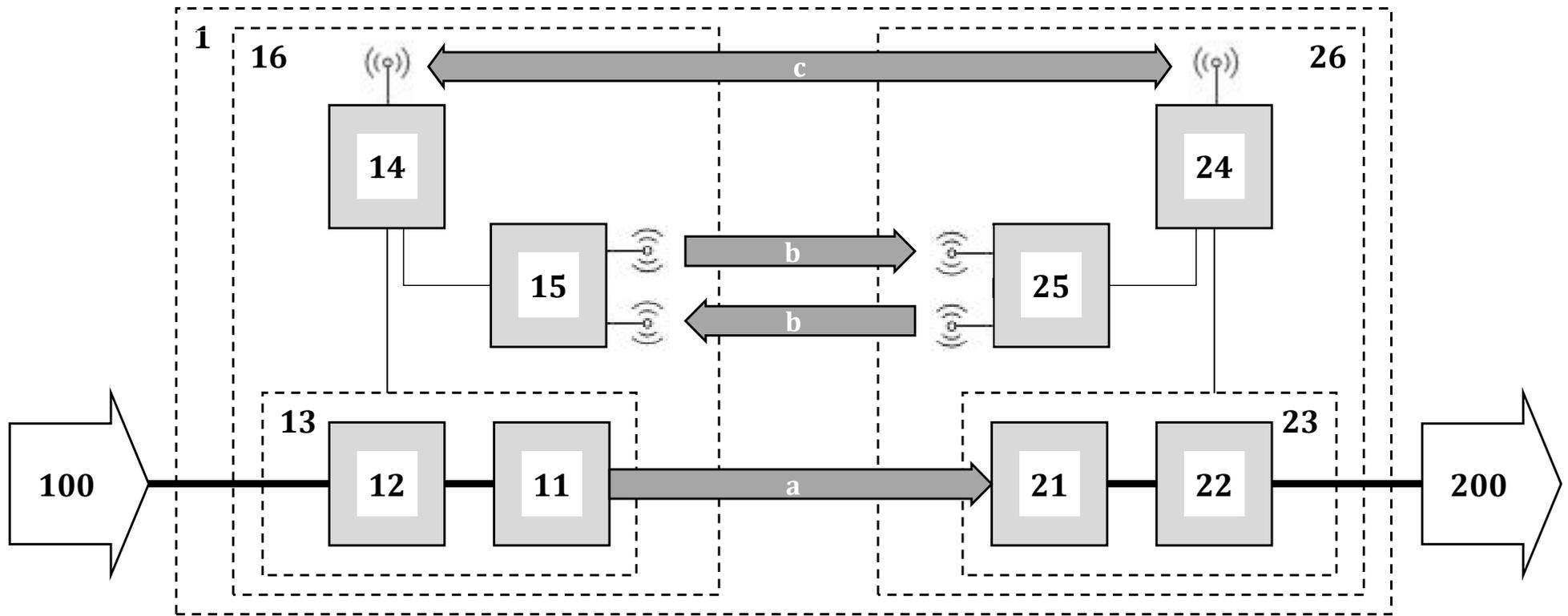
現時点で標準化を進めているWPTシステム(IEC 61980-2/IEC 61980-3/ISO 19363)

■ 小型電動車用ワイヤレス給電システムを念頭に、以下の仕様の規格化を推進中

- **磁界共振を利用したワイヤレス電力伝送システム(MF-WPT)**
- 一次側装置(電力供給側)は、地面上に設置
二次側装置(車両側)は、車両床下に搭載
- 磁界の生成は、WiFi通信によるEVからの要求に従って一次側装置で制御される。
EVは受け取った電力(電圧・電流)をモニターし、一次側装置にフィードバックする。



WPTシステムの構成要素



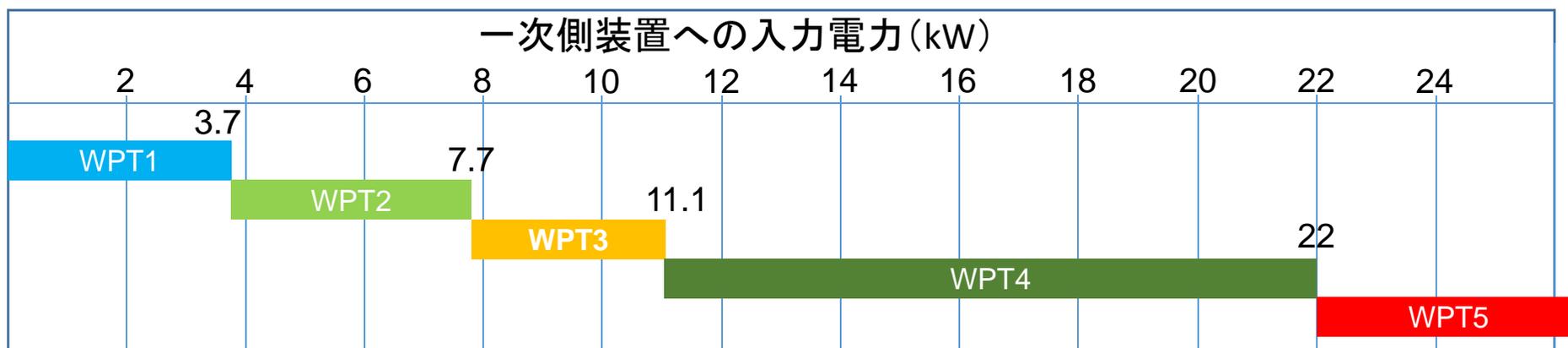
Key	Name
1	MF-WPT system
11	Primary device
12	Supply power electronics
13	Supply power circuit (SPC)
14	Supply equipment communication controller (SECC)
15	Supply device P2PS controller
16	Supply device
100	Supply network
a	wireless power flow
b	wireless P2PS interface
c	wireless communication interface

Key	Name
21	Secondary device
22	EV power electronics
23	EV power circuit (EVPC)
24	EV communication controller (EVCC)
25	EV device P2PS controller
26	EV device
200	RESS

標準化を進めているWPTシステム (IEC 61980-2/IEC 61980-3/ISO 19363)

■ WPT入力電カクラス

一次側装置への入力電力により、WPT1～WPT5にクラス分け
そのうち、WPT1～WPT3について標準化を推進中



■ 電力伝送のためのシステム作動周波数帯は、**85kHz 帯** (79～90 kHz)

⇒ 2019年にITU-Rにて85 kHz帯をEV用WPTの作動周波数として勧告することに合意

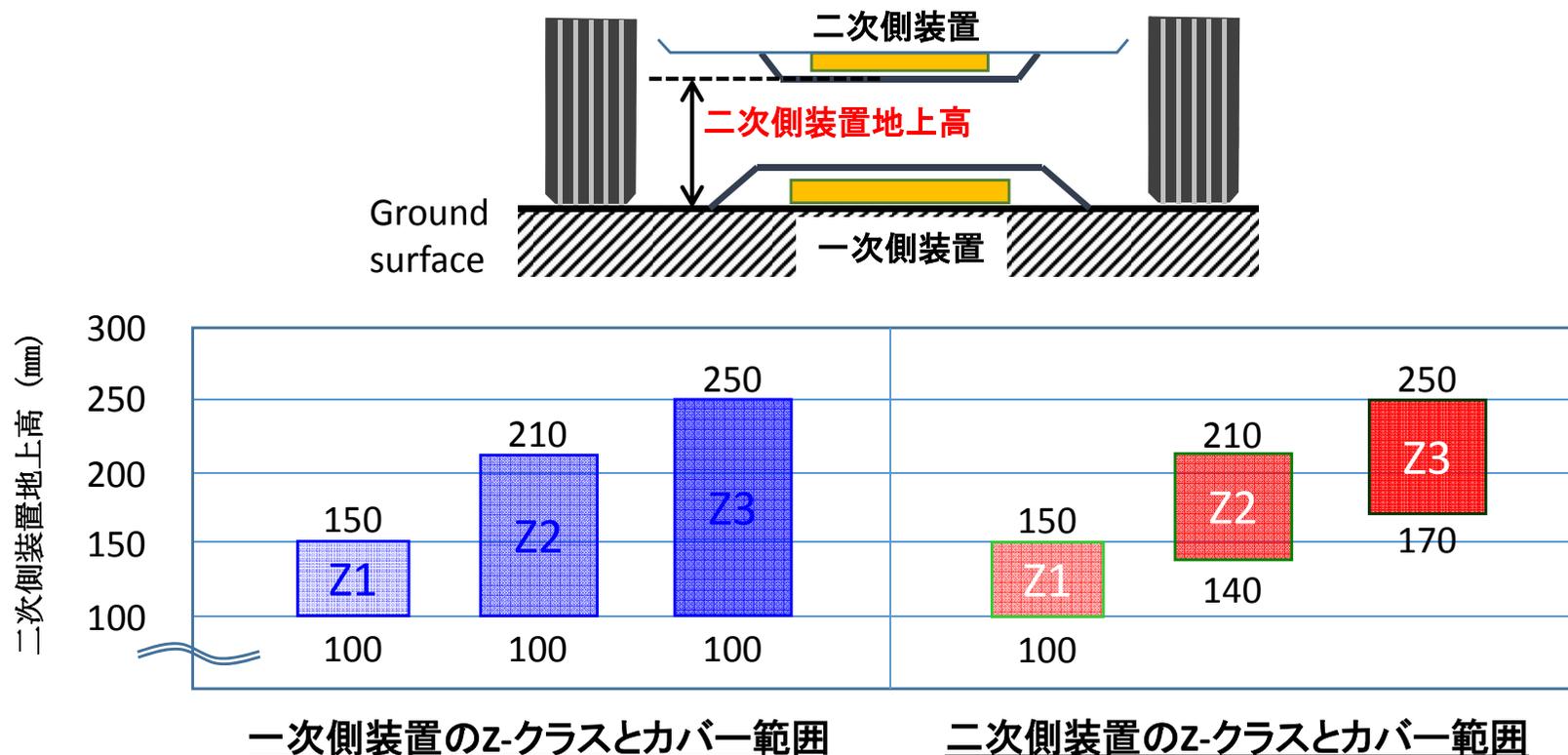
■ MF-WPT1～WPT-3 システムの同電力クラス間のシステム効率は、

- 一次側装置と二次側装置の相対最適位置において最低**85%**
- 位置ずれ許容範囲内において最低**80%**

■ 一次側装置と二次側装置間の制御通信は、既存の通信技術 (Wi-Fi: **IEEE 802.11n**) を使用

■ 地上高クラス

- リファレンス装置を作動可能な二次側装置地上高範囲により3つのクラス(Z-クラス)にクラス分け



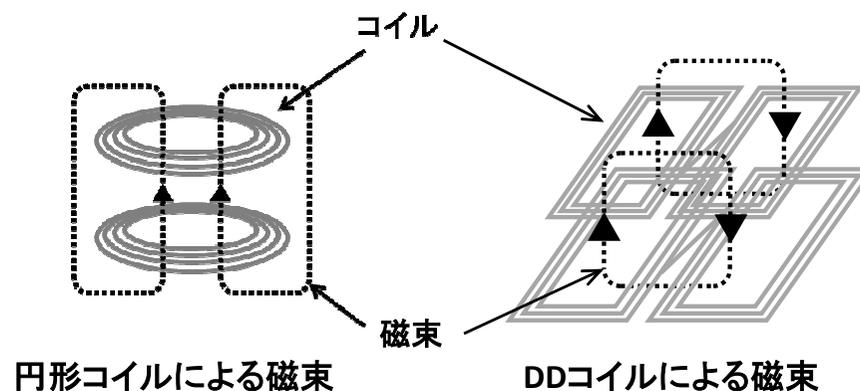
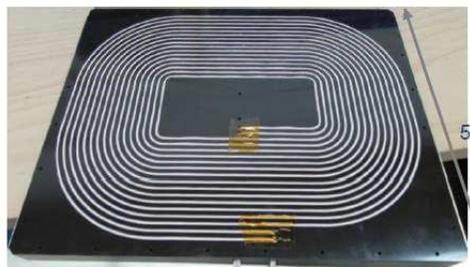
● 製品のZ-クラス

- ◆ 一次側装置は、二次側装置地上高100mm以上の作動領域をサポートする
- ◆ 一次側装置は、その作動領域が完全にカバーするZ-クラスに応じて分類する
- ◆ 二次側装置は、製造者が作動可能な二次側装置地上高範囲を明示する

標準化を進めているWPTシステム(IEC 61980-2/IEC 61980-3/ISO 19363)

■ 電力伝送コイル方式

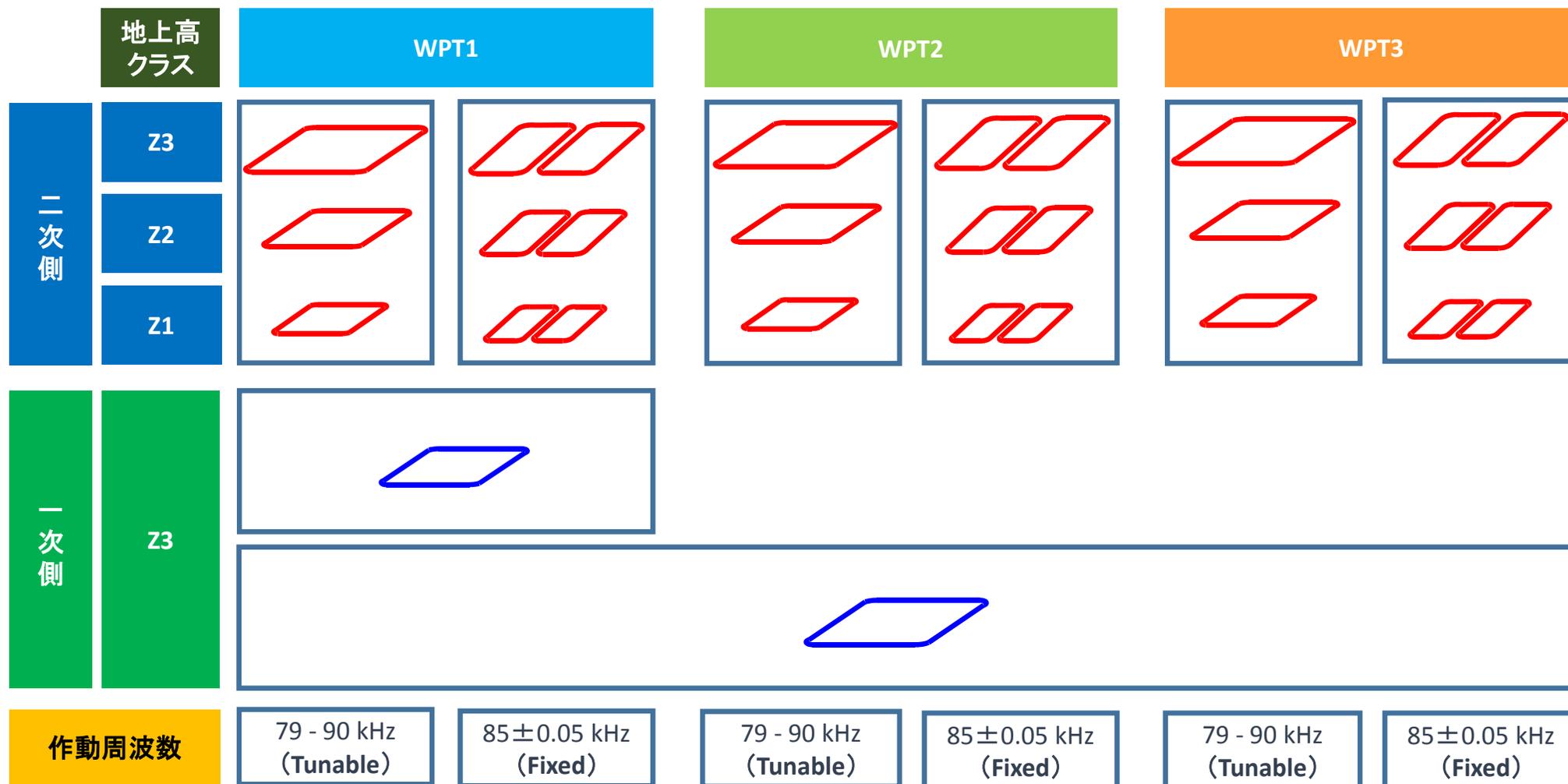
- ISO/IECでは、WPTの性能要件は規定するが、製品としての仕様は限定していない
 - 一方で、異なる製造者による一次側装置と二次側装置間の相互運用性(Interoperability)の確保は最重要課題
 - 大別して磁束の形状の異なる
 - ◆ 円形コイル方式
 - ◆ 2つの円形コイルを接続した方式(DDコイル方式)
- の二種類のコイル方式が提案されている。



➡ 双方のコイル仕様を、相互運用性確認のための装置(リファレンス装置)として規定

相互運用性 (Interoperability)

■ リファレンス装置



一次側リファレンス装置と二次側リファレンス装置のすべての組み合わせにおいて、相互運用性が確保されている前提

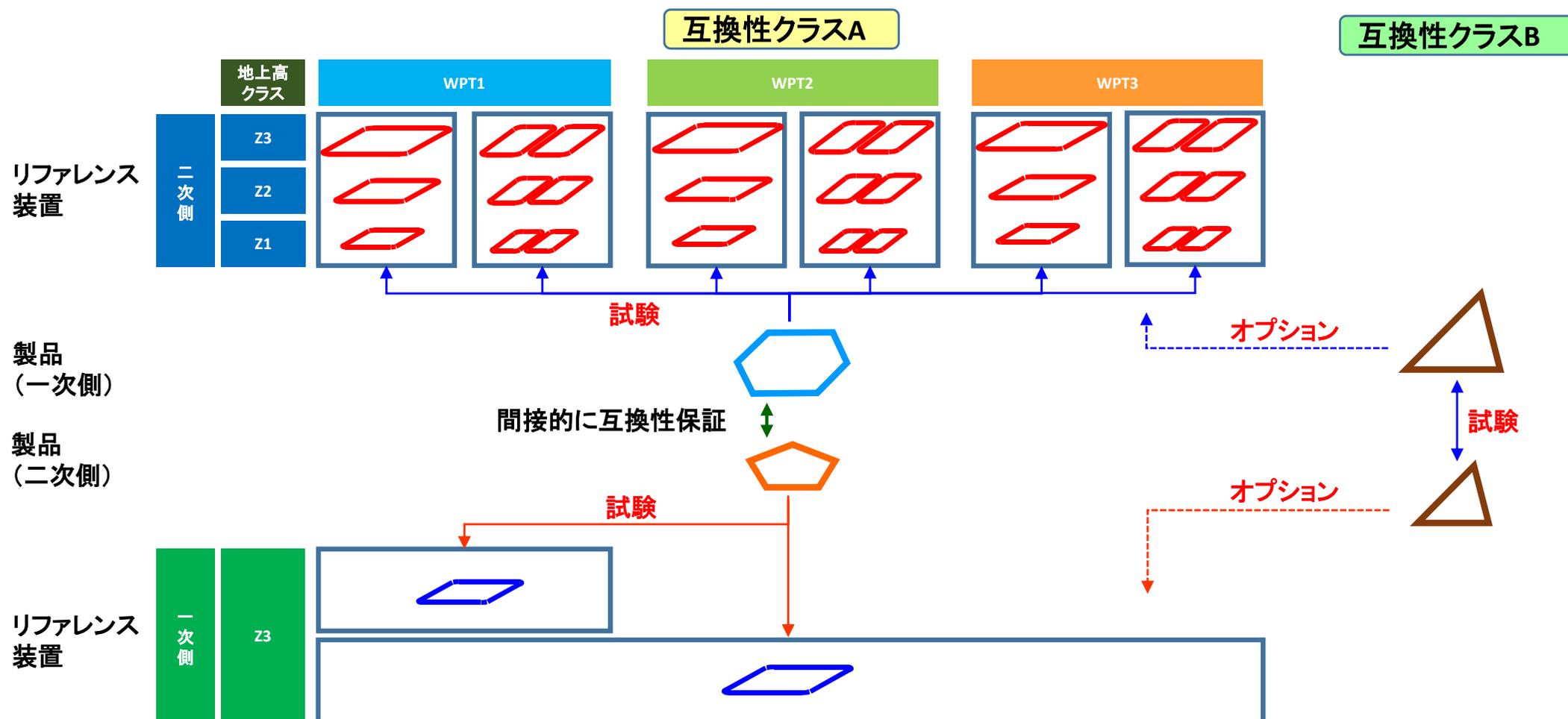
- 二次側装置(製品)は、一次側リファレンス装置に対して相互運用性確認試験を実施
- 一次側装置(製品)は、二次側リファレンス装置に対して相互運用性確認試験を実施

相互運用性(Interoperability)

全世界的な相互運用性を目標として標準化を進めてきたものの、異なる設計(特に異なるコイル形状)の製品間の相互運用性確保は容易ではないことより、「互換性クラス」(Compatibility Class)を導入。

■ 互換性クラス(Compatibility Class)

- 互換性クラスA(Compatibility Class A) : グローバルな相互運用性が確保されたWPT
すべてのリファレンス装置に対して安全性・性能の確認試験を行う
- 互換性クラスB(Compatibility Class B) : 特定のモデル専用設計のWPT
専用装置に対して安全性・性能の確認試験を行う。リファレンス装置に対しての試験は実施しなくても良い



相互運用性(Interoperability)

■ 互換性クラス(Compatibility Class)

- ◆ 互換性クラスA・互換性クラスBともに、以下の基本性能に関する要求は同等
 - ・電気安全／信頼性
 - ・電磁両立性(EMC)
 - ・電磁波からの生体防護
 - ・異物検知
 - ・電力伝送性能(伝送電力・伝送効率等)
- ◆ 両クラスの互換性・相互運用性に対する要求の違いにより、作動条件が異なる。
 - ⇒ 互換性クラスBでは、作動周波数帯と出力電圧範囲以外は専用設計が許容される。
 - 他の製品との相互運用性は保証されない。

特性		互換性クラスA	互換性クラスB
作動周波数帯		70 – 90 kHz	
二次装置地上高範囲		100 – 250 mm	メーカー指定
許容ずれ量	前後方向	±75 mm	メーカー指定
	左右方向	±100 mm	メーカー指定
二次コイル位置決め手法		標準化を予定	メーカー指定
出力電圧範囲		DC 1500 V 以下	
定格出力		11.1 kW 以下	メーカー指定

EV用ワイヤレス電力伝送(WPT)の実用化に向けての課題

高圧安全/信頼性 電力伝送システム

- ・相互運用性
- ・伝送効率
- ・ロバスト性確保（位置ズレ、車高ズレ、部品ばらつき等）
- ・低コスト化

二次コイル設計

- ・小型、軽量化
- ・車載環境（フロア下搭載）への対応（飛石、錆び、凍結等）
- ・車体による影響の軽減



電磁両立性(EMC)性能

- ・他機器への干渉（ラジオ放送、アマチュア無線・電波時計等）



生体保護(LOP)

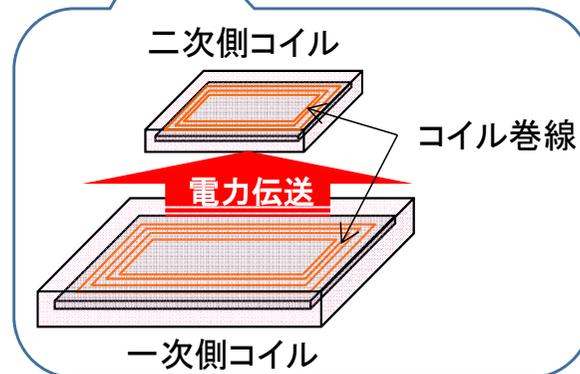
- ・検知手段
- ・検知範囲、検知性能
- ・誤検出の防止



一次側コイル (地上側コイル)

一次コイル、電源設計

- ・熱性能確保
- ・強度、構造信頼性



一次側/二次側コイルの相対位置合わせ

- ・手法、精度

異物検知(FOD)

- ・検知手段
- ・検知範囲、検知性能
- ・誤検出の防止



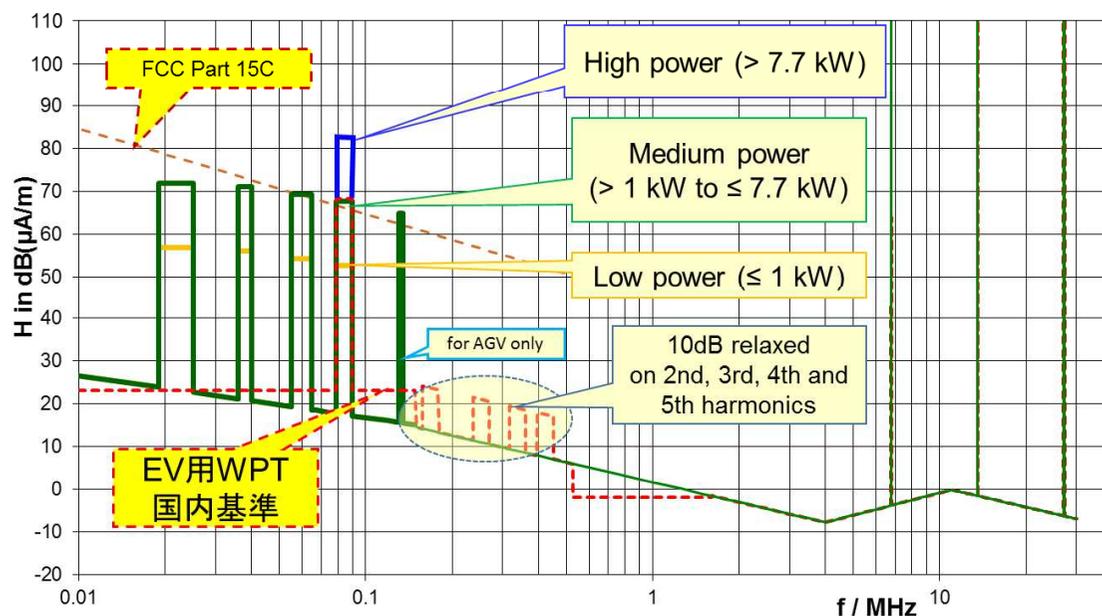
電磁両立性(EMC)・・・既存電波利用設備との共存

■ 国内

- 情報通信審議会の電波利用環境委員会による既存の電波利用サービスとの周波数共用検討に基づき、電波法施行規則を改正済み。
⇒ EV用のWPTシステム(伝送電力最大7.7 kW)の作動周波数として79-90 kHzを規定すると共に、当該周波数に対するEMC許容値も改訂。

■ 国際

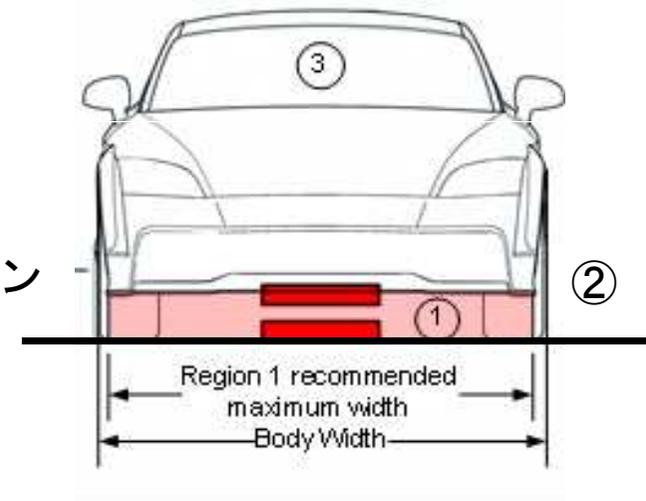
- CISPR Bを中心に、EV用WPTからのエミッションの制限値を審議中
 - EV用WPTシステムの基本波(79-90 kHz)のエミッション制限値に対しては、合意。
 - EV用WPTから放射される高調波に対しては、
 - EV用WPTから放射される高調波にと欧州(主として英国)における中波、短波ラジオ放送との共存
 - EV用WPTから放射される高調波とアマチュア無線との共存
 - 基本波(作動周波数)と電波時計との共存
- がITU-R 及び CISPR/Bにおいて審議が継続されている。



電磁界からの生体防護

■ 電磁界への暴露制限

- 車両まわりをアクセス性に応じて3つのエリアに分類。
- 一般人がアクセスしうる領域(エリア2, 3)に対しては、ICNIRPガイドライン 2010 に定められた制限値(基本制限または参考レベル)を適用し、IEC TR 62905*にて示されているアセスメント手法を用いて判断
- 車両床下(エリア1)に対しては、以下のいずれかで保護
 - アクセス制限
 - 許容値を超える領域内への侵入検知によるシャットダウン
 - エリア2, 3 の制限値を満たす



- 一次装置側の規格(IEC 61980-3)においては、模擬車両を用いた評価方法を検討中

* : IEC/TC106 において、IEC TR 62905をもとに IS(国際規格)化(IEC 63184)に向けて審議中

■ ペースメーカーの保護

- エリア2, 3 に対して ISO 14117-1 に従い下記の制限値を適用(エリア1は適用外)

誘導電圧制限: 基本制限値

ループ寸法	誘導電圧(peak to peak)
225 cm ²	6 mV × 作動周波数(kHz)

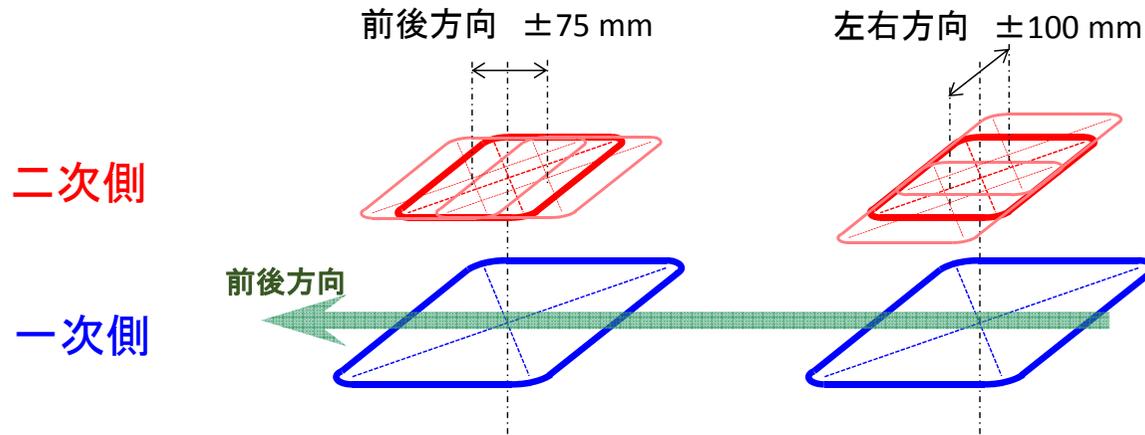
磁界強度制限: 参考レベル

制限値(実効値)
15 μT (79~90 kHz) または 11.9 A/m (79~90 kHz)

二次側コイルの一次側コイルに対する許容ずれ量・位置決め手法(互換性クラスAのみ)

■ 許容ずれ量を、前後方向 ± 75 mm・左右方向 ± 100 mmと規定

- このずれ量の範囲内で、所定の性能(伝送電力・電装効率・EMC性能・安全性等)を満たすことを要求
- このずれ量の範囲外では、電力伝送を停止させる



■ 複数の位置決め手法を検討中

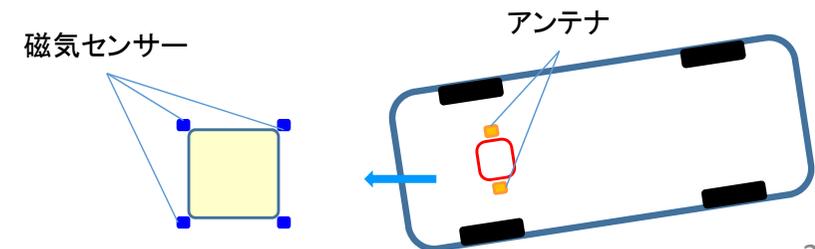
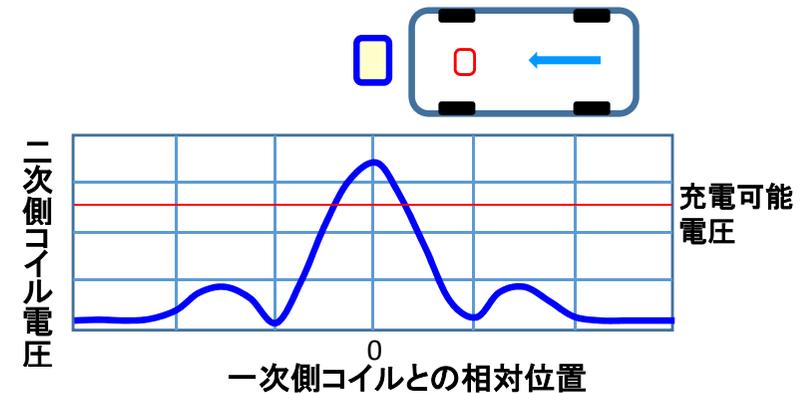
LPE (Low Power Excitation) (低出力励磁)

- 一次側コイルを励磁し、低出力の磁気信号を放射
- EVは二次側コイルにて一次側コイルから放射された磁気信号を検出
EVが駐車位置に向けて進行するなかで、信号強度が最も強くなった
近辺を最適位置と判断

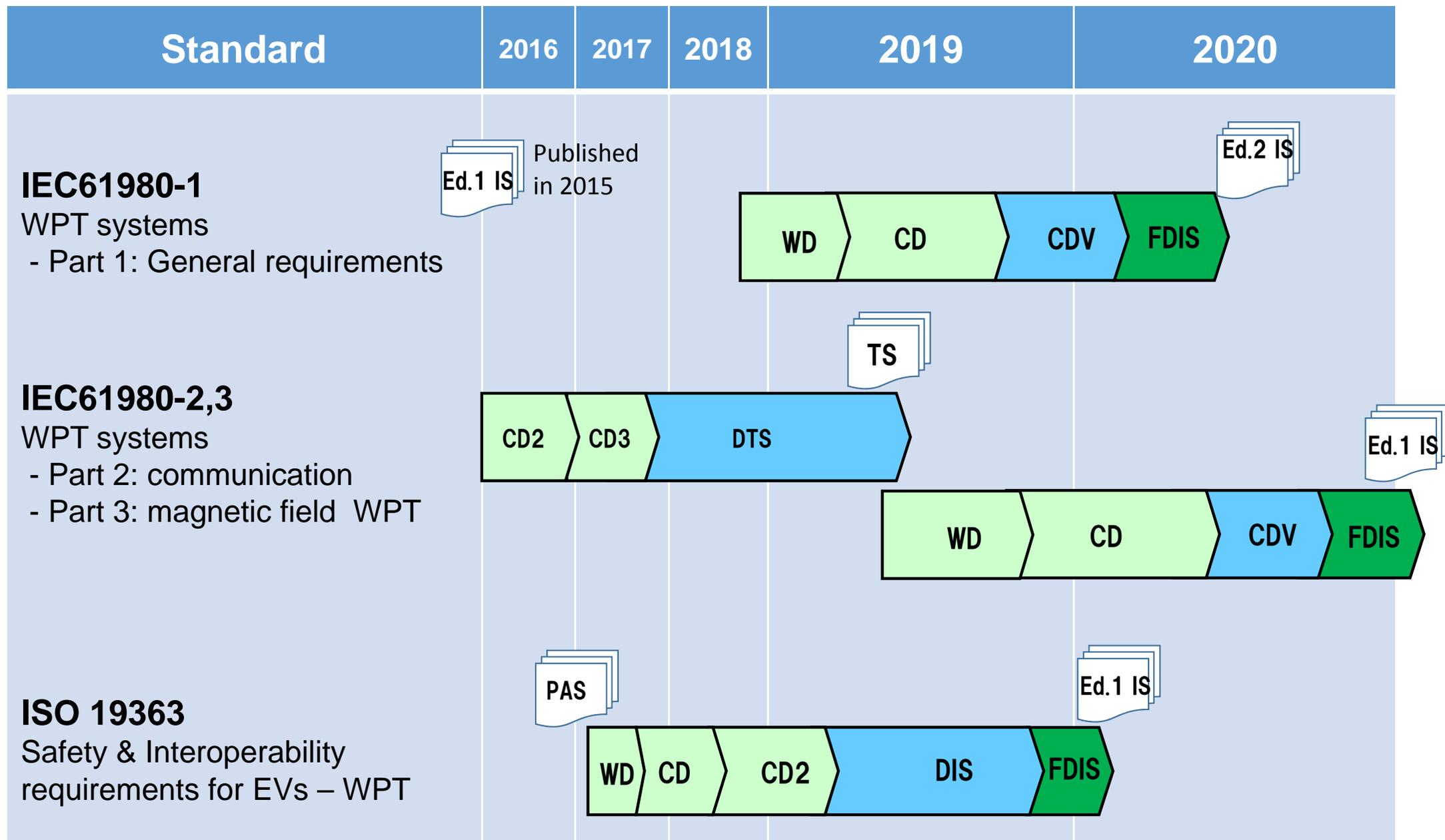
LF (Low Frequency) 信号

- EVに装備した複数のアンテナより超長波または長波(3~300 kHz)の磁気信号を放射
- 一次側装置周辺に対象に設置した複数の磁気センサーにより磁気信号を測定し、測定値をEVに送信
- EVは一次側装置から受け取った測定値を用いて相対位置を計算

* アンテナを地上側装置に、センサーをEVに設置したシステムも提案されている。



標準化スケジュール見通し



ご清聴ありがとうございました