

150kW級のBEV充電時における EMC試験の検討

トヨタ自動車 電子性能開発室
森 晃

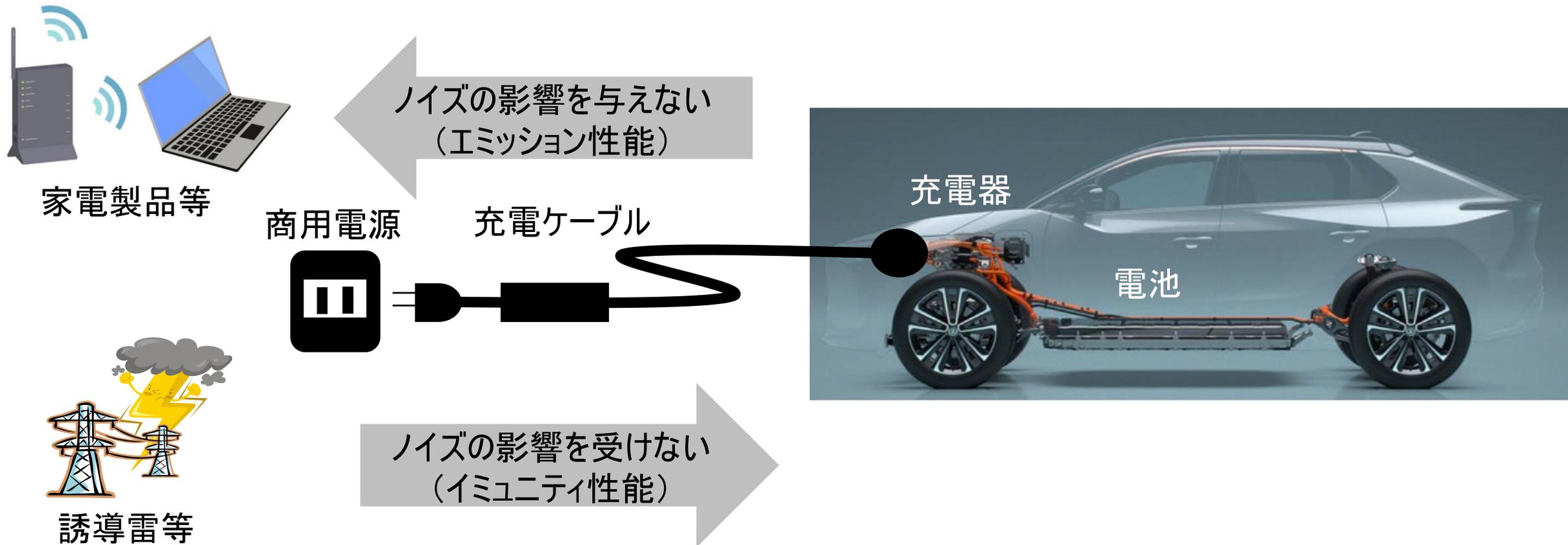
TOYOTA

- 1)はじめに
- 2)大電力充電時のEMC試験の課題
- 3)DC充電モードの伝導エミッション試験
- 4)まとめ
- 5)今後

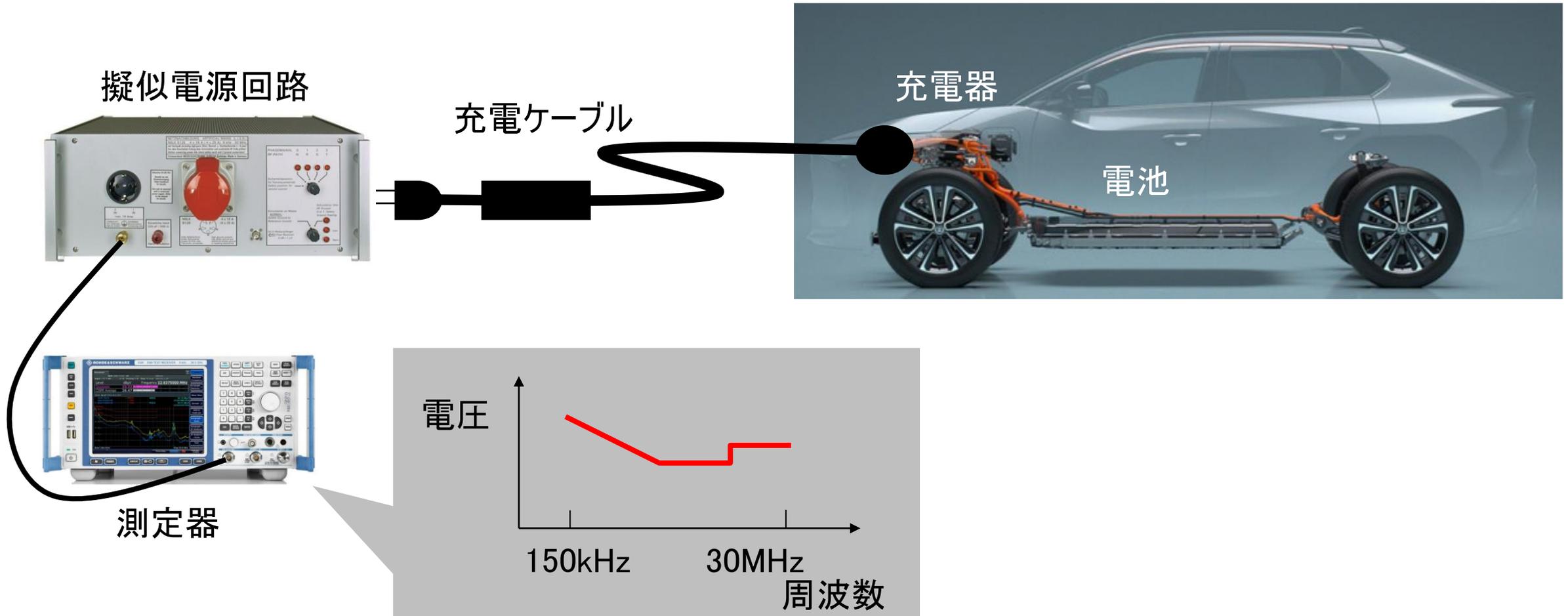
- ・ 電動車両に充電は必要不可欠。利便性向上のためにDC充電の大電力化が急速に進展。

DC充電方式	2010	2015	2020	2025
日本：CHAdeMO	CHAdeMO 1.0 50kW 500V	CHAdeMO 1.2 200kW 500V	CHAdeMO 2.0 400kW 1000V	CHAdeMO 3.0 900kW 1500V
	GB/T 20234.3-2011 185kW 750V	GB/T 20234.3-2015 250kW 1000V	ChaoJi 900kW 1500V	
中国：GB/T, ChaoJi		CCS 400kW 1000V		
US, EU：CCS				
Tesla：Supercharger	V1 100kW	V2 150kW	V3 250kW	
EV駆動用バッテリー電圧	~300V	~450V	~700V	~800V

- ・ 電動車両の充電時におけるEMC(Electromagnetic Compatibility)とは
→車両充電時に充電システムが商用電源側／外部のシステムにノイズの影響を与えない(エミッション)／受けないよう(イミュニティ)性能開発すること。UN R10法規。



- 充電時の伝導エミッション性能・・・車両充電時に電源回路に生じる電圧を周波数150kHz～30MHzの範囲で測定。UN R10法規(Annex13:車両、Annex19:部品)。



- 大電力化に伴うEMC試験の課題

	AC充電モード (Mode2/3)	DC充電モード (Mode4)	EMC試験の課題
充電電流	数十A	➡ 数百A	<ul style="list-style-type: none"> 耐電流を有する設備の大型化(特注、特殊解) 消防法対応、自社既存設備の有効活用が困難
充電時間	数時間	➡ 数十分	<ul style="list-style-type: none"> 都度放電が必要になり、試験工数増加

上記を受け、以下の課題をテーマアップ

- ・専門設備を有している外部試験サイトを有効活用できないか → w/産総研
- ・適切な試験法の検討が必要(大電力≠大電流? 条件によっては低電流でも可?)



2022年10月～自動車工業会EMC分科会 大電力充電EMC TFを立ち上げ

メンバ:日産、ホンダ、マツダ、三菱自、スズキ、ふそう、いすゞ、日野、ダイハツ、トヨタ、w/産総研

2023年7月 150kW級のBEV充電時におけるEMC試験の検討その1(エミッション)

2024年7月 150kW級のBEV充電時におけるEMC試験の検討その2(イミュニティ)

- 産総研 福島再生可能エネルギー研究所(Fukushima Renewable Energy Research Center: FREA)



福島再生可能エネルギー研究所
FREA (H26年4月開所)

スマートシステム研究棟
FREA-G(H28年4月開所)



出典: <https://www.aist.go.jp/fukushima/>

施設概要

- ・世界最大級(3MW)の分散電源システムの試験設備
- ・各国の電力系統や様々な天候に対応する試験が可能

<実施可能な試験例>

○系統連系試験

パワーコンディショナが適切に機能し、電力系統の電力品質(周波数・電圧等)に影響を及ぼさないかどうかを確認。



系統連系試験室

○安全性試験

温度・湿度への耐候性や、瞬間的な高電圧(雷などが原因)が発生した際の安全性を確認。



環境試験用恒温恒湿室

○電磁環境試験

国内最大の電波暗室において、パワーコンディショナが発する電磁波の周辺機器への影響や、他の機器が発する電磁波へのパワーコンディショナの耐性(誤動作しない)を確認。



電磁環境試験用電波暗室

2023年～350kW級充電エミュレータ導入済@FREA

150kW級のDC急速充電が可能なBEV2台を持ち込んで充電時のEMC試験を実施

1)はじめに

2)大電力充電時のEMC試験の課題

3)DC充電モードの伝導エミッション試験

4)まとめ

5)今後

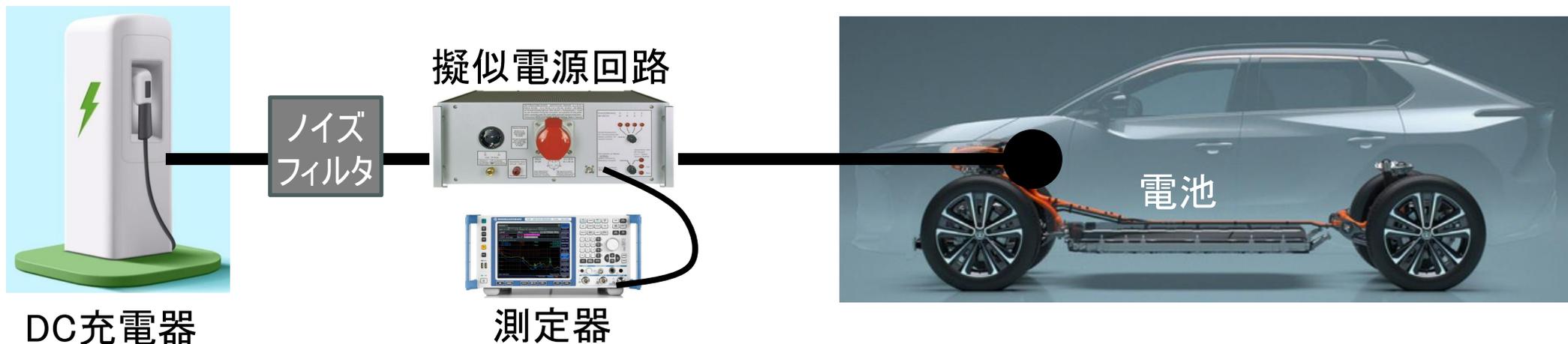
2. 大電力充電時のEMC試験の課題

・ DC充電モードの電流依存性

現状	課題
最大電流で試験を実施	数十分で高圧バッテリーが満充電となってしまう試験の度に放電作業が発生し試験時間が長期化



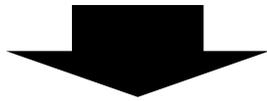
解決策	今回の実施事項
低電流で試験を実施 (※数十A)	エミッションノイズに電流依存性が無いことを確認する必要 →前提条件として、 車両の電池電圧とDC充電器の充電電圧が等しく 車両が負荷として動作、かつ、車両をEMC試験の対象としていること (DC充電器は試験対象に含まない)



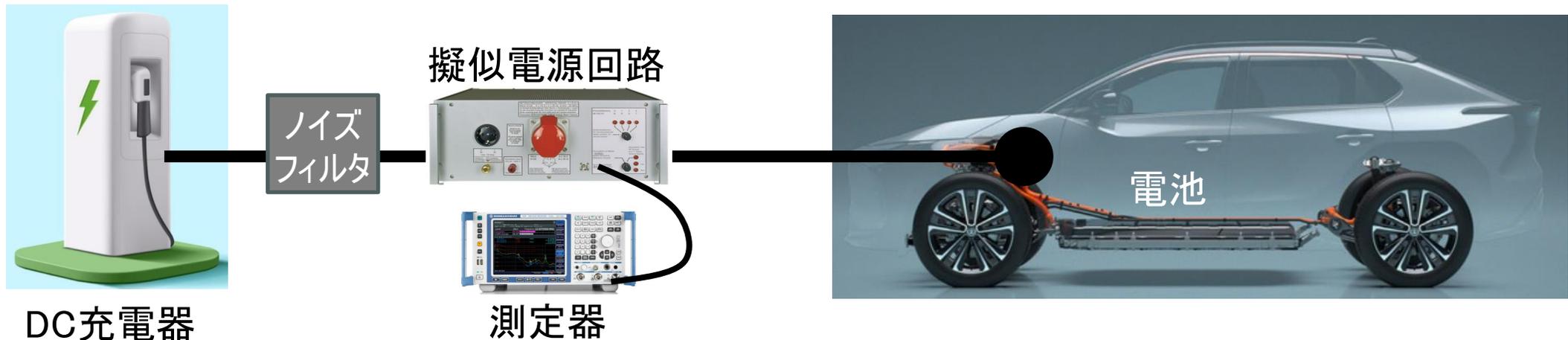
2. 大電力充電時のEMC試験の課題

・ 擬似電源回路の並列接続

現状	課題
電流を流して試験(直列)	内部回路素子は耐電流が必要になり、大型化(特注)



解決策	今回の実施事項
電流を流さず電圧のみ印可して試験(並列)	民生機器では実績がある試験法だが、車両の充電モードでは検討した例がないため、従来と差分ないか確認必要



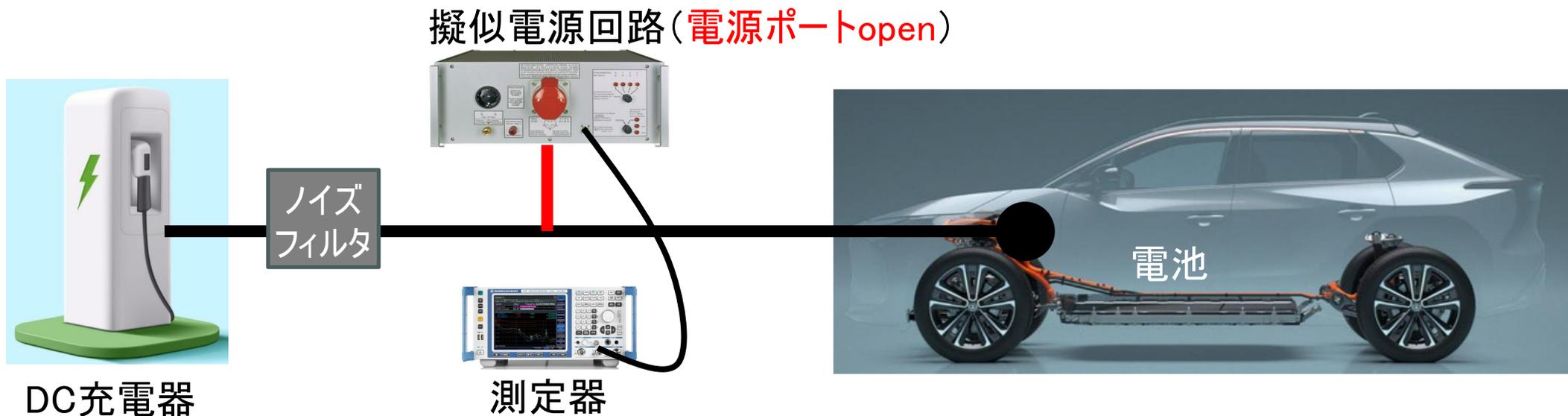
2. 大電力充電時のEMC試験の課題

・ 擬似電源回路の並列接続

現状	課題
電流を流して試験(直列)	内部回路素子は耐電流が必要になり、大型化(特注)



解決策	今回の実施事項
電流を流さず電圧のみ印可して試験(並列)	民生機器では実績がある試験法だが、車両の充電モードでは検討した例がないため、従来と差分ないか確認必要



2. 大電力充電時のEMC試験の課題

・ 実験サイトの相関

現状	課題
個社で対応	大電力に対応しようとした場合、消防法対応や設備の大型化により既存EMC設備の改造では困難



解決策	今回の実施事項
専門設備を有する外部サイトを活用@FREA	FREAで測定した結果とトヨタ自動車社内施設で測定した結果を比較することで相関性について検証



- 1)はじめに
- 2)大電力充電時のEMC試験の課題
- 3)DC充電モードの伝導エミッション試験**
- 4)まとめ
- 5)今後

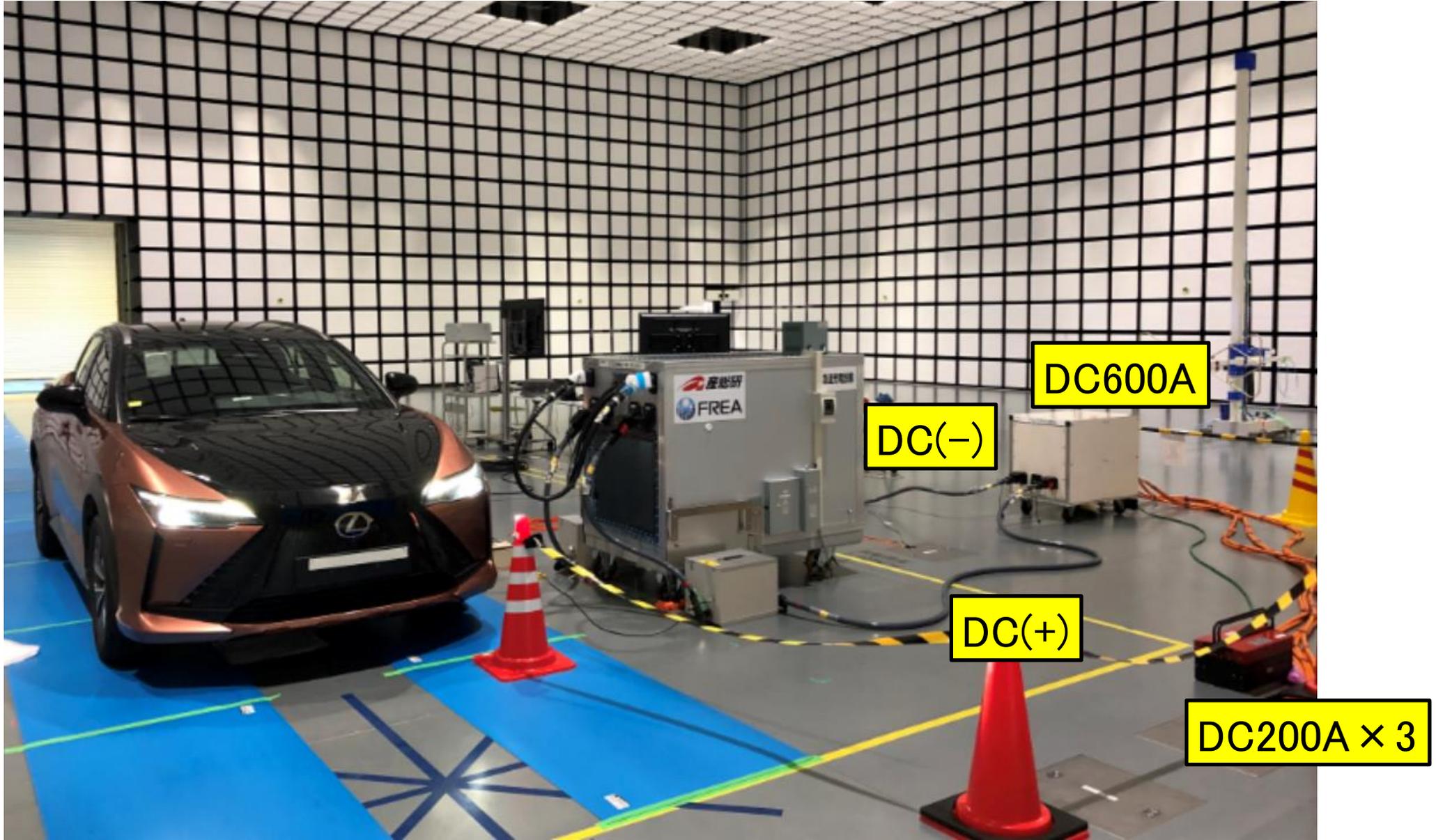
3. DC充電モードの伝導エミッション試験

- 試験設備(電波暗室外)@FREA



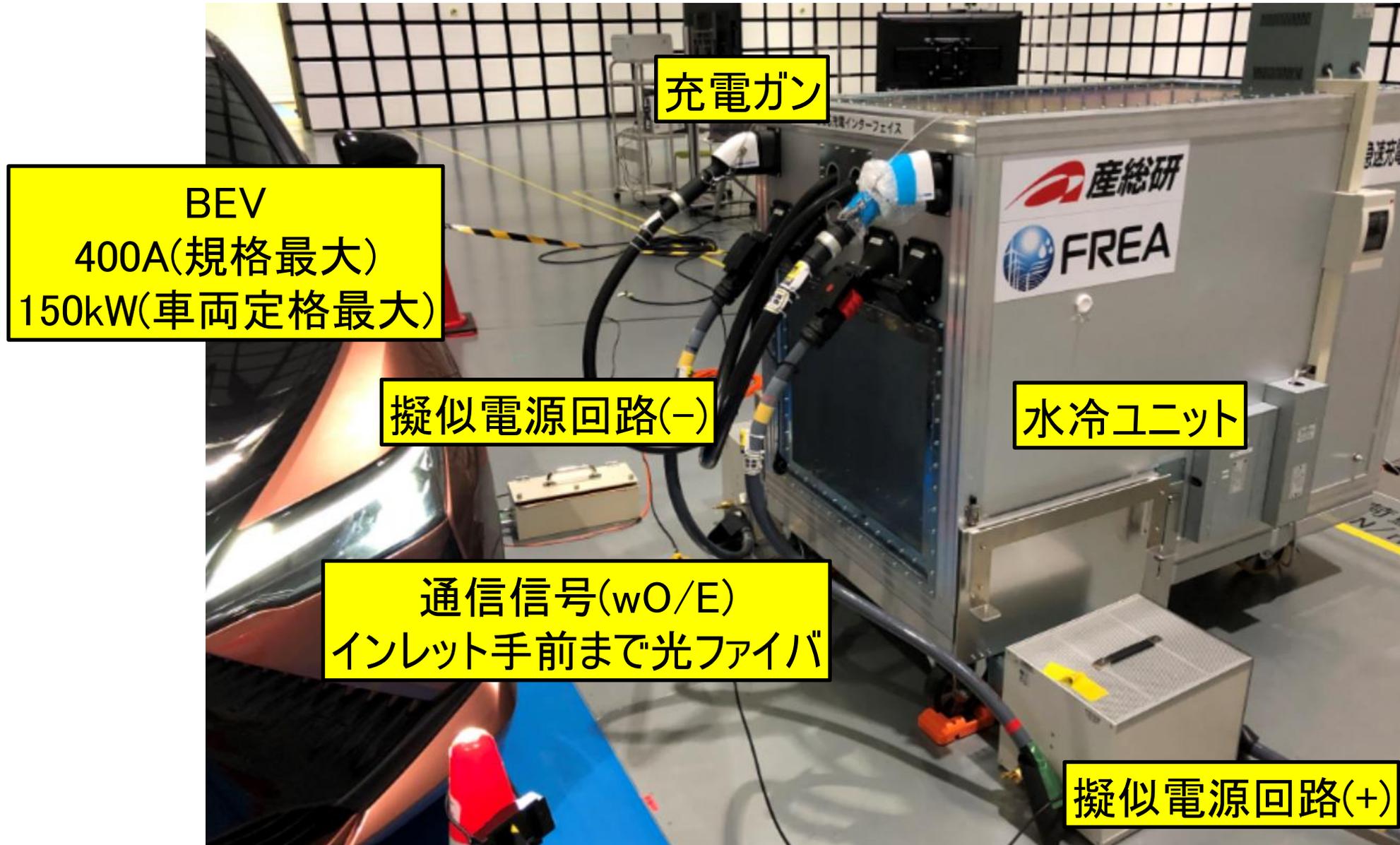
3. DC充電モードの伝導エミッション試験

- 試験設備(電波暗室内)@FREA



3. DC充電モードの伝導エミッション試験

- 試験設備(電波暗室内)@FREA



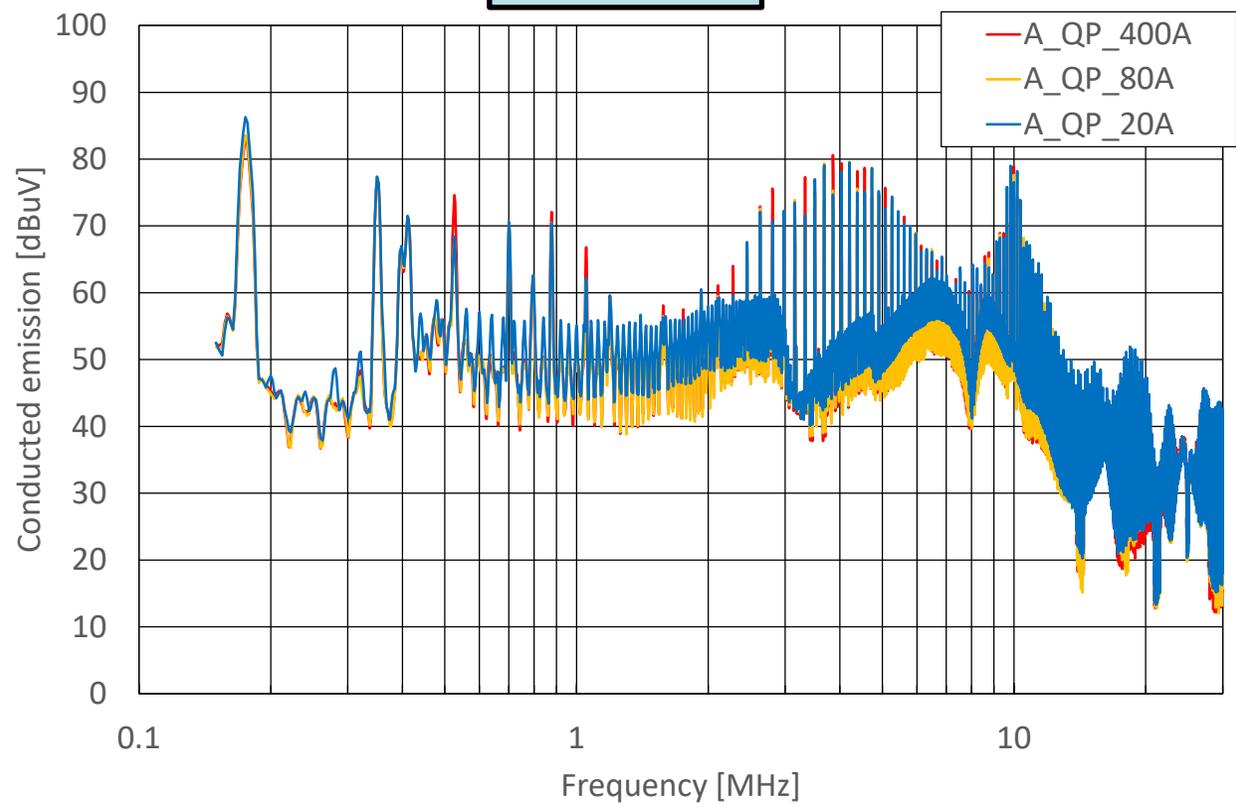
- 試験条件

	BEV A	BEV B
充電電流	400A (150kW) 80A 20A	200A (75kW) 80A 20A
充電電圧	電池電圧と同じ	←

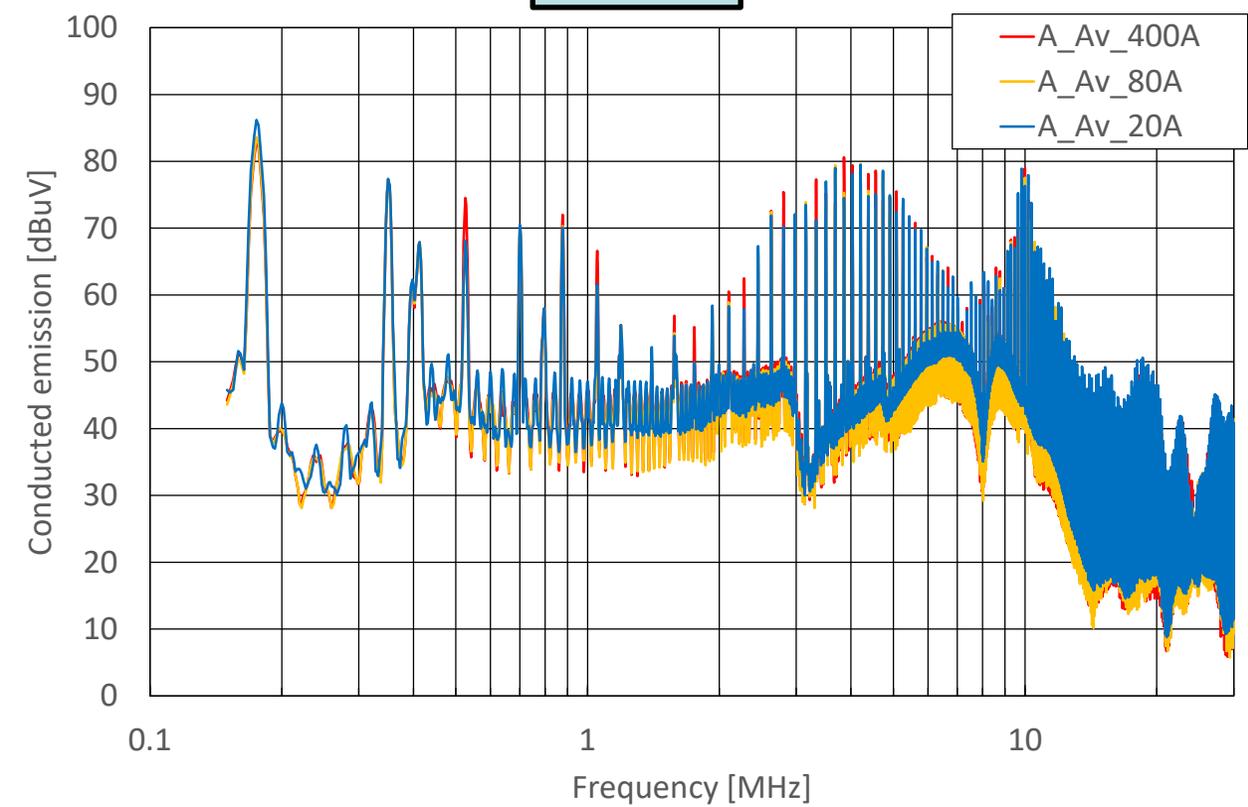


BEV A

準尖頭値

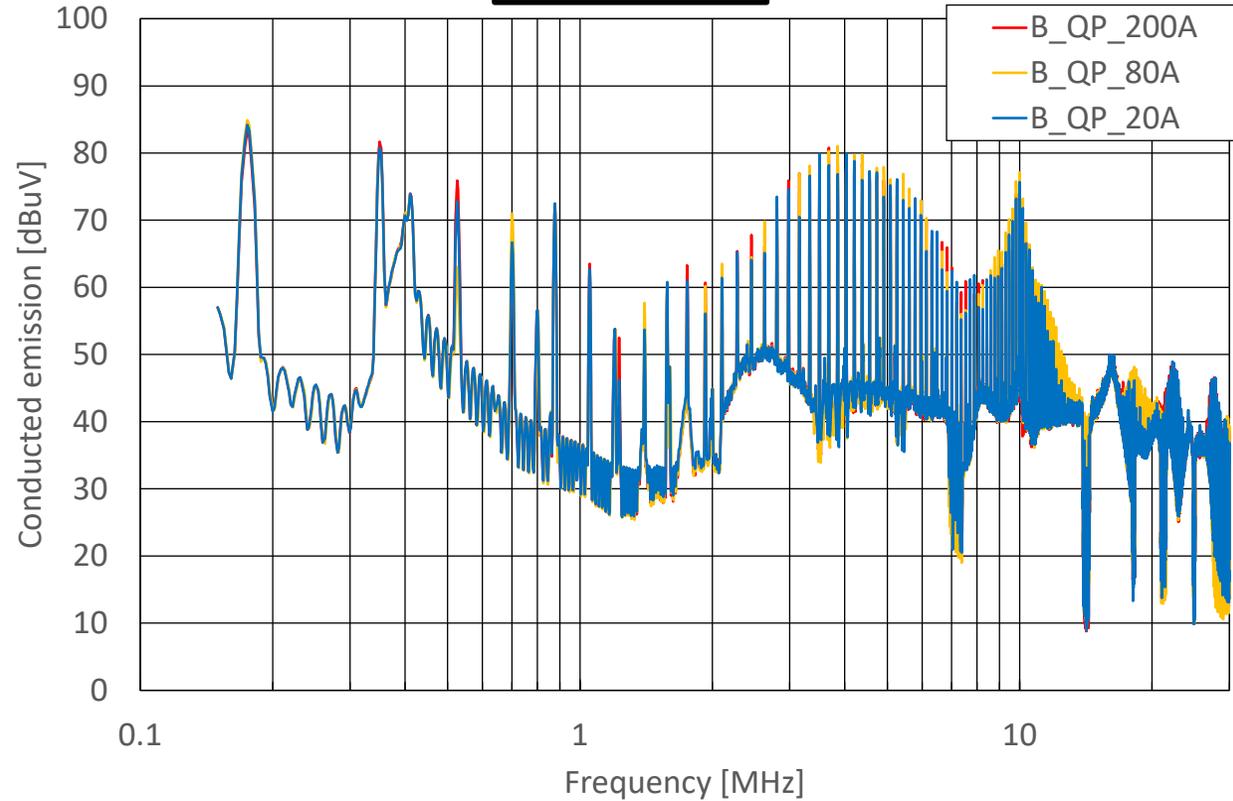


平均値

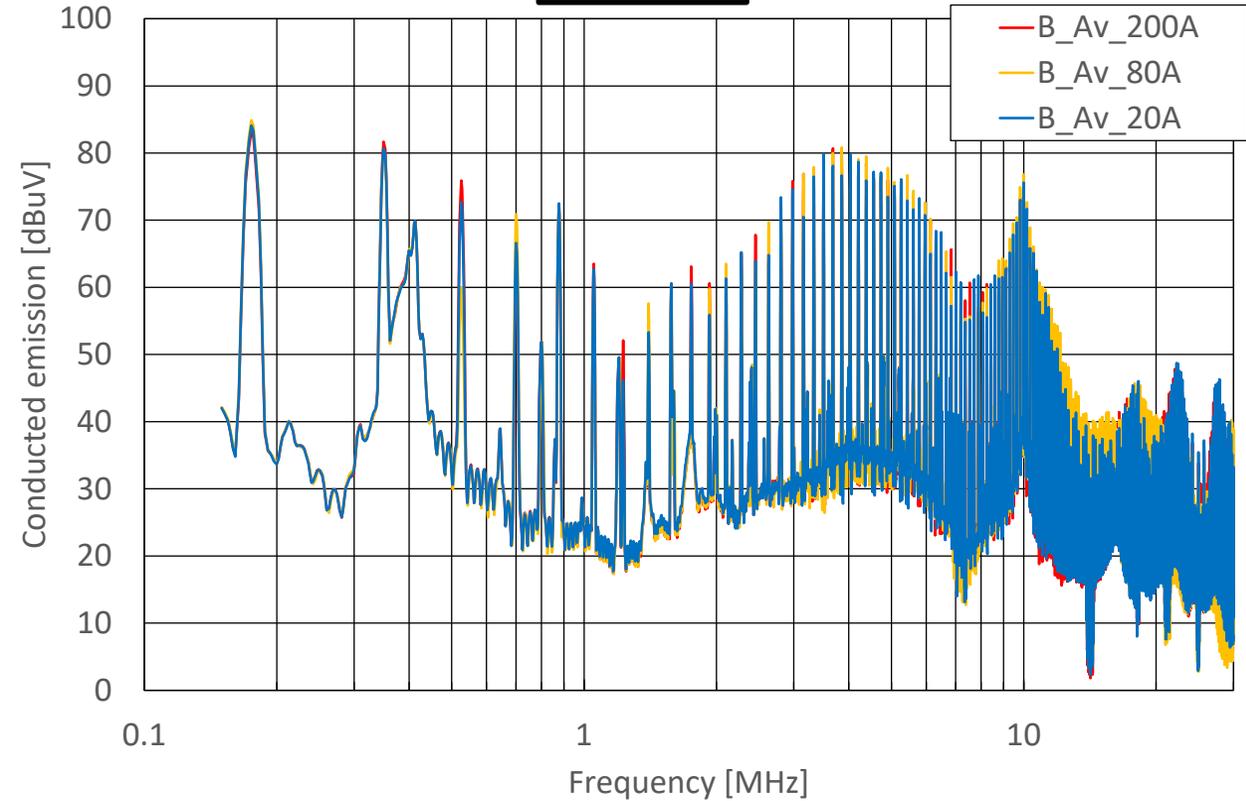


- BEV B

準尖頭値



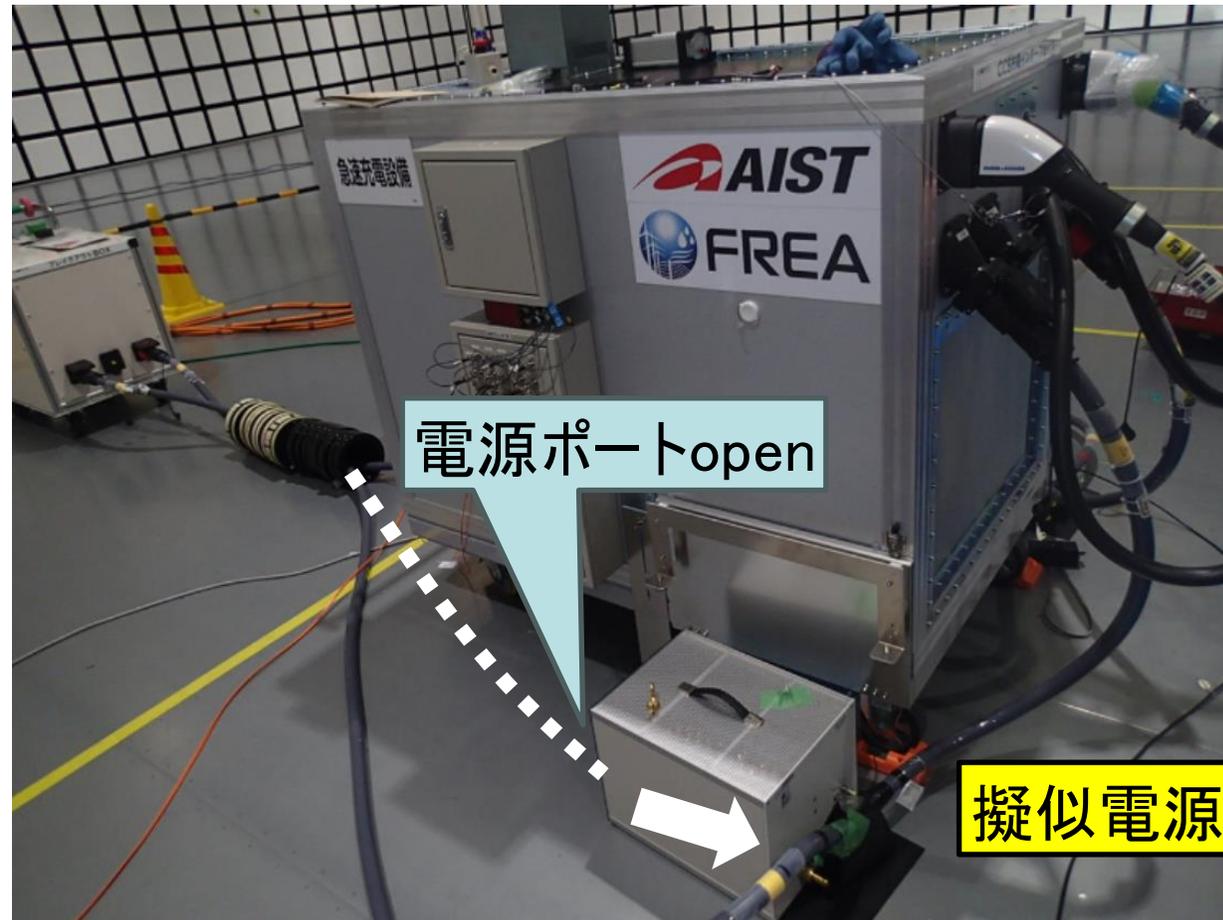
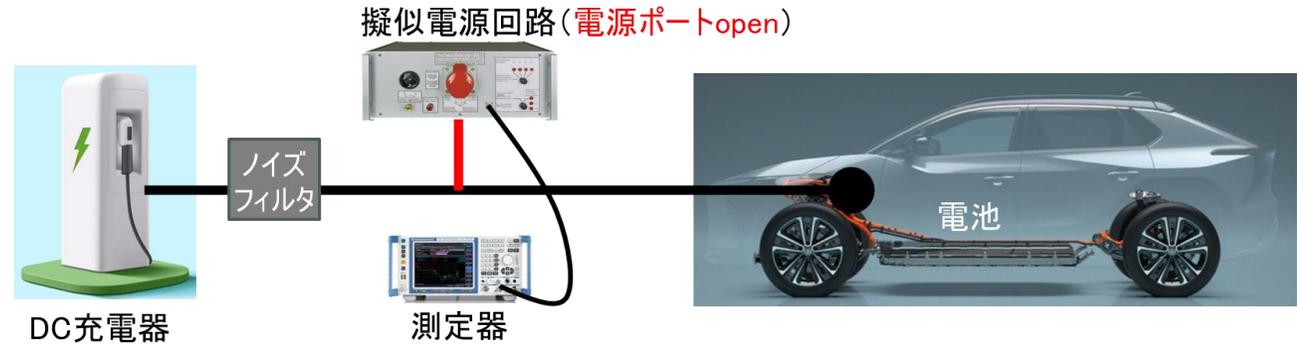
平均値



伝導エミッションの周波数特性は同じ傾向であり、
電流依存性がないことを確認

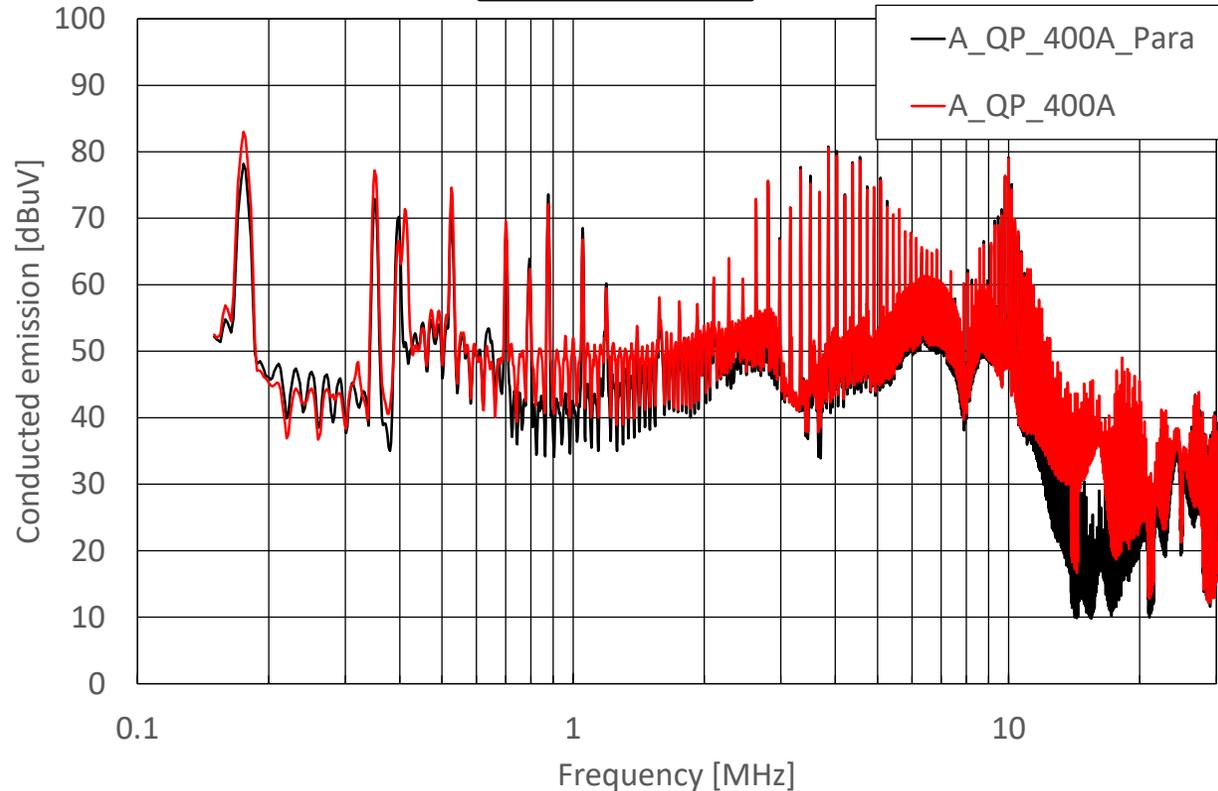
3. DC充電モードの伝導エミッション試験

- 擬似電源回路の並列接続

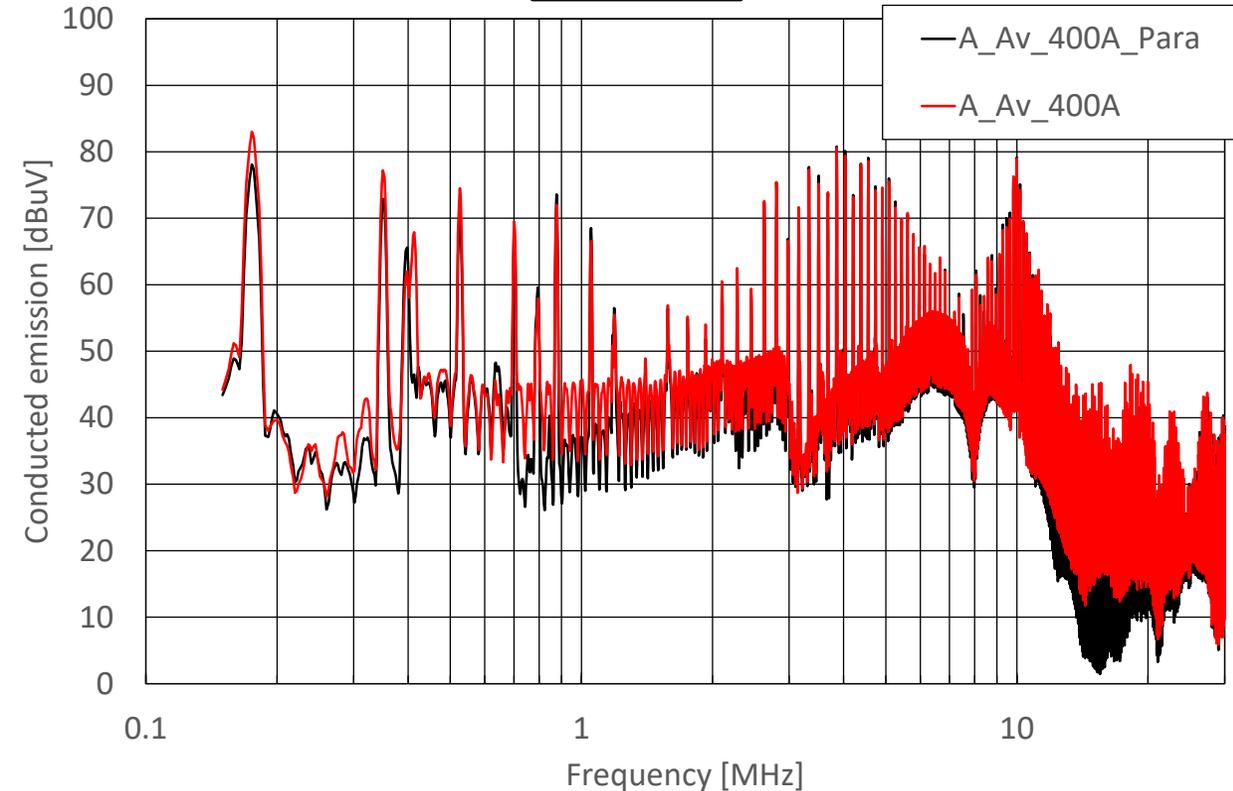


- 擬似電源回路の並列接続

準尖頭値

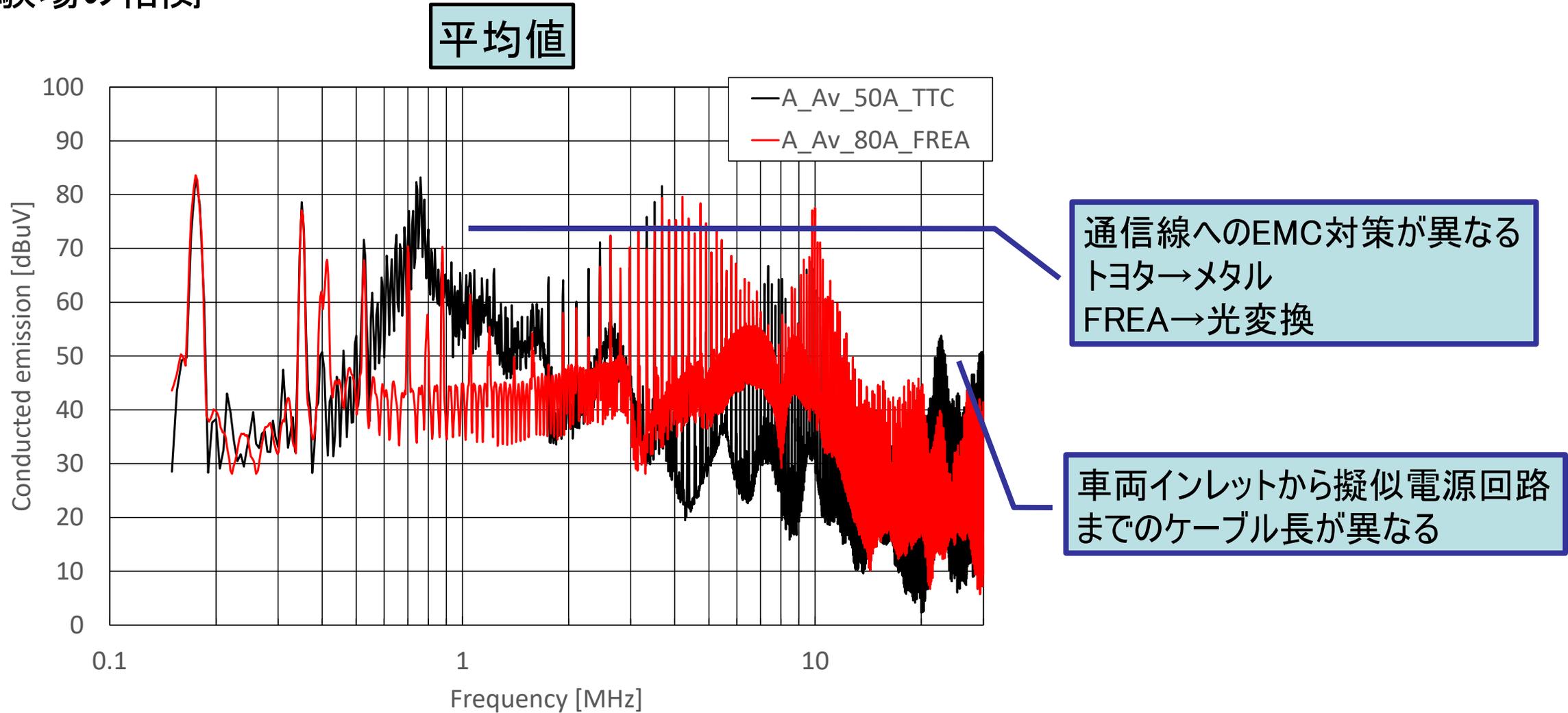


平均値



伝導エミッションの周波数特性は同じ傾向であり、
擬似電源回路を並列接続にしても問題がないことを確認

実験場の相関



伝導エミッションの周波数特性は同じ傾向であり、実験場の相関は高いと考えられる

- 1)はじめに
- 2)大電力充電時のEMC試験の課題
- 3)DC充電モードの伝導エミッション試験
- 4)まとめ
- 5)今後

4. まとめ

・ DC充電モードの電流依存性

現状	課題
最大電流で試験を実施	数十分で高圧バッテリーが満充電となってしまう試験の度に放電作業が発生し試験時間が長期化
	
解決策	今回の実施事項
低電流で試験を実施 (※数十A)	<p data-bbox="861 668 2091 721">エミッションノイズに電流依存性がないことを確認できた</p> <p data-bbox="861 732 2328 911">→前提条件として、車両の電池電圧とDC充電器の充電電圧が等しく車両が負荷として動作、かつ、車両をEMC試験の対象としていること (DC充電器は試験対象に含まない)</p> <p data-bbox="1472 949 1668 1025" style="text-align: center;">  </p> <p data-bbox="861 1049 2321 1228">DC充電モードの電流を20A等の低電流に設定してもエミッション試験は可能であり、放電作業の時間を大幅に短縮することができると考えられる</p>

4. まとめ

・ 擬似電源回路の並列接続

現状	課題
電流を流して試験(直列)	内部回路素子は耐電流が必要になり、大型化(特注)



解決策	今回の実施事項
電流を流さず電圧のみ 印可して試験(並列)	<p>エミッションの周波数特性は同じ傾向であり、並列接続による問題は生じないことがわかった</p>  <p>並列接続により、擬似電源回路に大電流を流す必要が無いため、汎用品で試験が可能と考えられる</p>

4. まとめ

・ 実験サイトの相関

現状	課題
個社で対応	大電力に対応しようとした場合、消防法対応や設備の大型化により既存EMC設備の改造では困難
	
解決策	今回の実施事項
専門設備を有する 外部サイトを活用@FREA	FREAで測定した結果とトヨタ自動車社内施設で測定した結果を比較したところ、 伝導エミッションの周波数特性は同じ傾向であり、実験場の相関は高いと考えられる <div style="text-align: center;">  </div> FREAは外部試験サイトとして共用できる

5. 今後

- ・ UN-R10の充電モードで規定されている、電磁波照射イミュニティ(Annex6)、ファーストトランジェントバースト(Annex15)、雷サージ(Annex16)の各イミュニティ試験についても今回と同様の課題について検討していく。
- ・ 電流依存のメカニズムに関して、シミュレーションを活用したモデル化を含めて定量的に解明していきたい、適切な試験方法を導出していきたい

TOYOTA