

CHAdeMO V2Lインタフェースを利用した車載電池診断ツールのご紹介

株式会社電知
代表取締役
向山大吉

2023年3月28日
CHAdeMO協議会 整備部会



[CHAdeMO協議会について](#)

[会員制度](#)

[テクノロジー](#)

[CHAdeMO製品](#)

[発信情報](#)

[問い合わせ](#)

[JP](#)
[会員ページ](#)

電知

Model name: Bi-S.C002P



Bi-S.C002Pは、EVの急速充電ポートから微小放電することで、車載電池パックの診断を可能とするIoTデバイスです。付属のCHAdeMOコネクタをEVに挿入し、V2Lプロトコルの管理下で、車載電池パックのインピーダンス測定・内部状態の診断を数秒で行います。可搬式で電源コードレスの診断機であるため、その場で迅速にEVの電池診断を行うことができます。Bi-S.C002Pは、PC/スマートフォン/タブレット等、無線LAN通信に対応した各種端末から、操作・結果表示が可能です。ユーザー認証から診断レポート生成までのすべての作業は、診断クラウドサービス(denchi.aiTM)により提供されます。

TECHNICAL DETAILS

用途：電気化学インピーダンス測定（車両）、車両放電試験

最大電圧: 450V DC

最大電流: 10A DC

CHAdeMOプロトコル対応：V2L 2.1A, 2.1B（第3者検定機関による検定合格）



◆ 車載電池用診断機Bi-S.C002P



Bi-S.C002Pは、EVの急速充電ポートから微小放電することで、車載電池パックの診断を可能とするIoTデバイスです。付属のCHAdeMOコネクタをEVに挿入し、V2Lプロトコルの管理下で、車載電池パックのインピーダンス測定・内部状態の診断を数十秒で行います。可搬式で電源コードレスの診断機であるため、その場で迅速にEVの電池診断を行うことができます。

Bi-S.C002Pは、PC/スマートフォン/タブレット等、無線LAN通信に対応した各種端末から、操作・結果表示が可能です。ユーザー認証から診断レポート生成までのすべての作業は、診断クラウドサービス(denchi.ai™)により提供されます。

TECHNICAL DETAILS

用途：電気化学インピーダンス測定（車両）、車両放電試験

最大電圧: 450V DC

最大電流: 10A DC

CHAdeMOプロトコル対応：V2L 2.1A, 2.1B（第3者検定機関による検定合格）

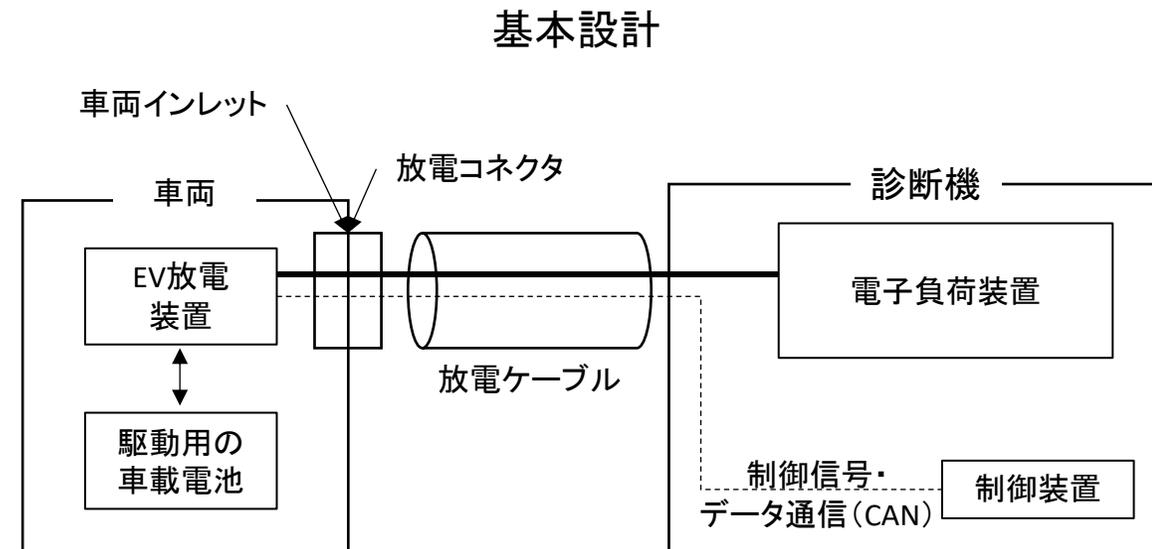
◆ 診断機の基本設計

CHAdeMO V2L/H v2.1

電動自動車用充放電システムガイドライン (社) 電動車両用電力供給システム協議会発行

	AC	DC
カテゴリ0	EVPS-003 電動自動車用充放電システム ガイドライン V2L AC 版	EVPS-004 電動自動車用充放電システム ガイドライン V2L DC 版
カテゴリ1	EVPS-001 電動自動車用充放電システム ガイドライン V2H AC 版	EVPS-002 電動自動車用充放電システム ガイドライン V2H DC 版
カテゴリ2		
カテゴリ3		
カテゴリ4	TBD	TBD
カテゴリ5	TBD	

カテゴリ0(V2L) は、車両用に作られた地面に固定されていない電力変換器により、系統とは別に直接電気機器に電力の供給を行う。



◆ 会社概要

株式会社 電知(でんち)

2020年7月17日設立

URL <https://denchi.ai>

主な事業内容:

リチウムイオン電池やニッケル水素電池等の二次電池製品に関わる、

- 計測ソフトウェアおよびシステムの開発と販売
- 計測ソフトウェア・システムに関わる装置及び周辺機器の開発、製造及び販売
- 蓄電池の非破壊状態評価手法による故障・余寿命診断のAIをベースとしたクラウドサービス

電池診断サービスのロゴ



電池の価値をAIで可視化する

◆ 会社所在地

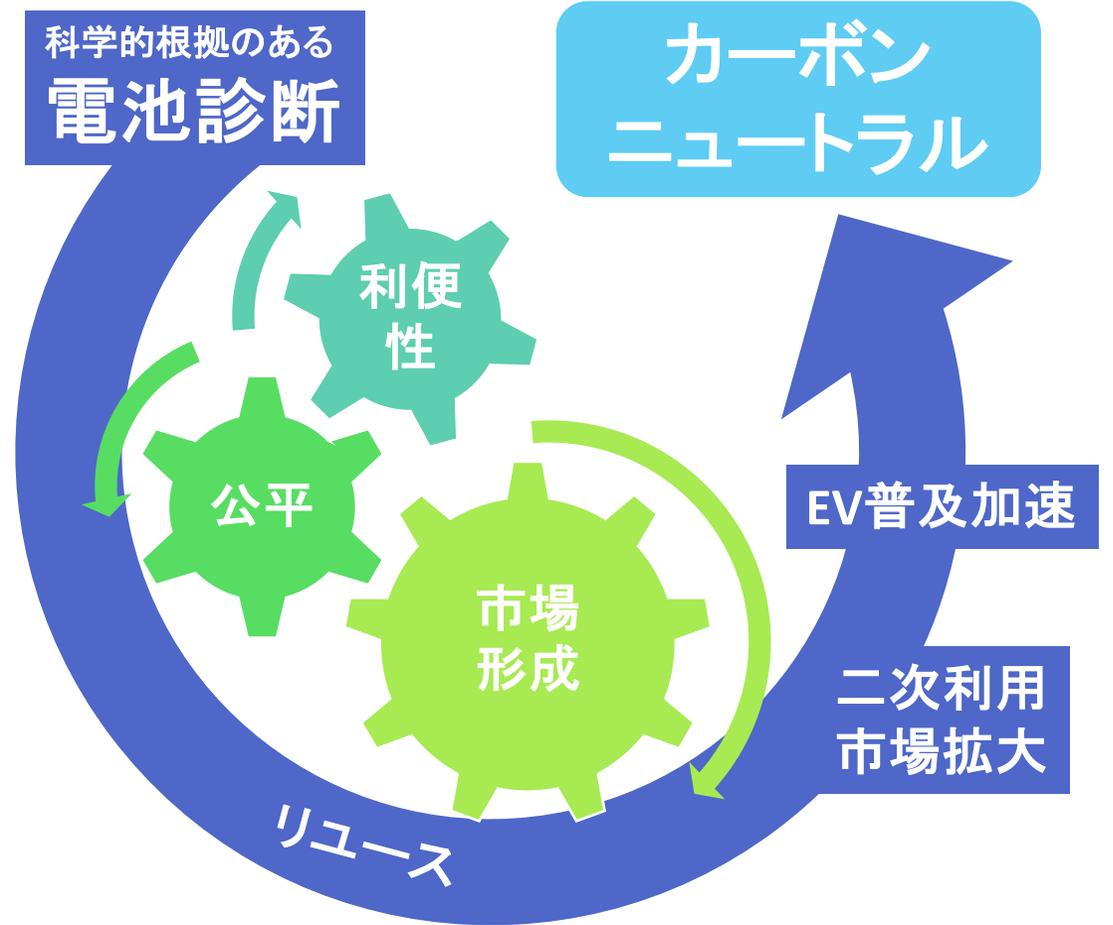


埼玉県本庄市西富田1011
インキュベーション・オン・キャンパス本庄早稲田
V207室

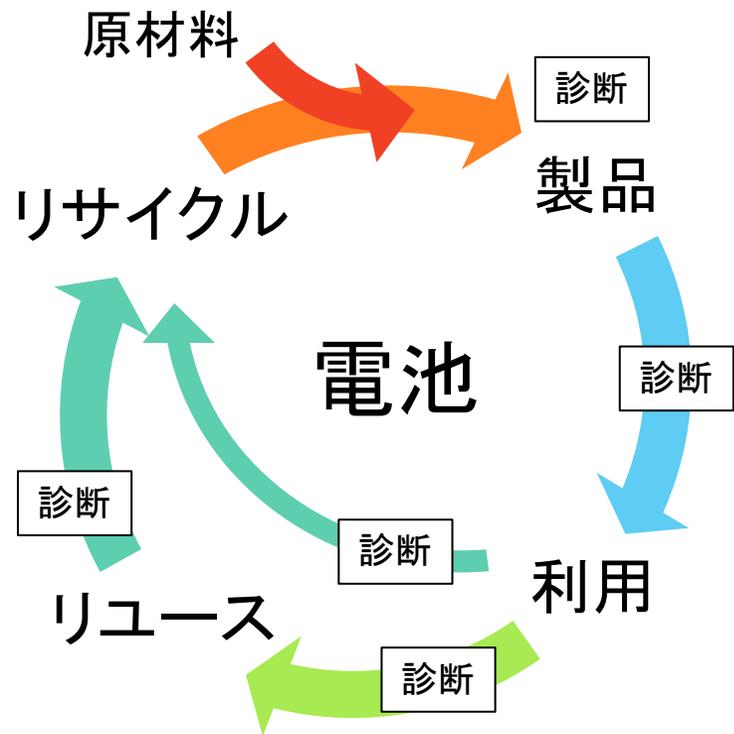


◆ ビジョン

電池診断を入口に、
カーボンニュートラルを実現



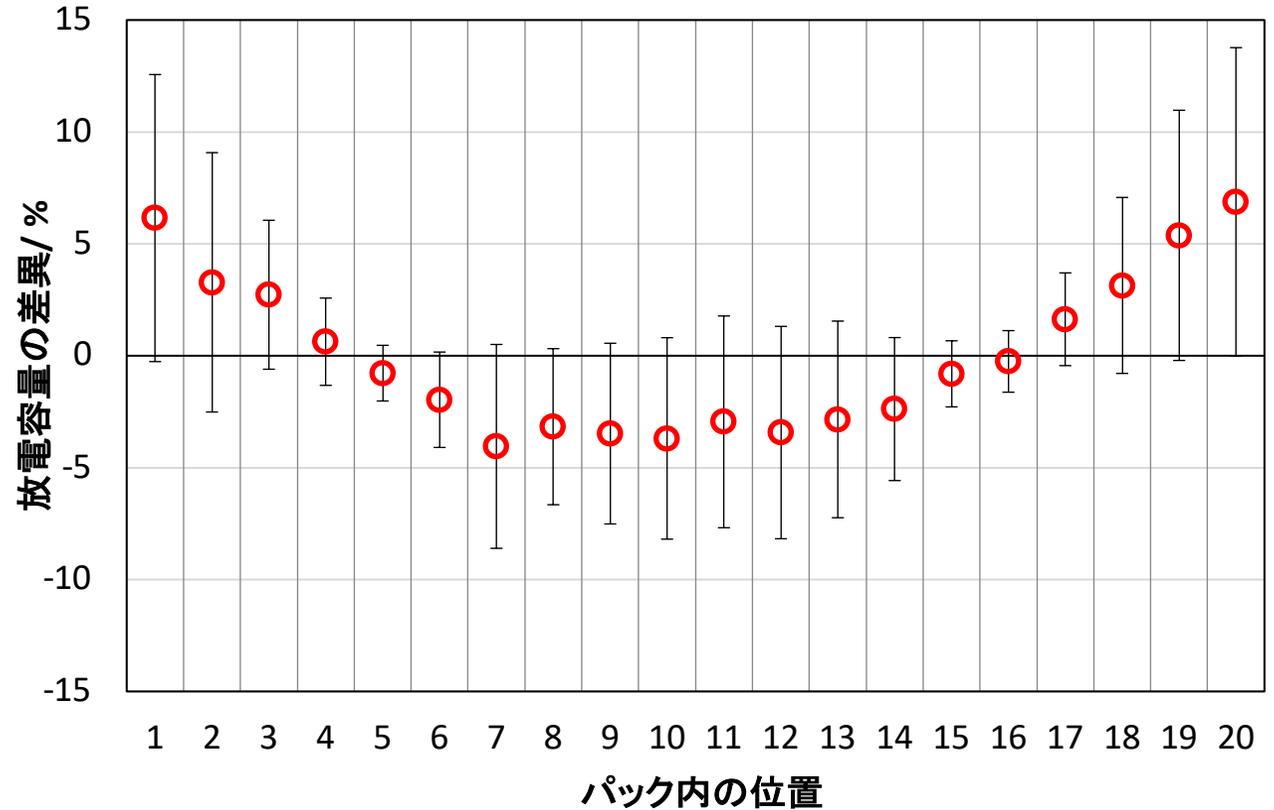
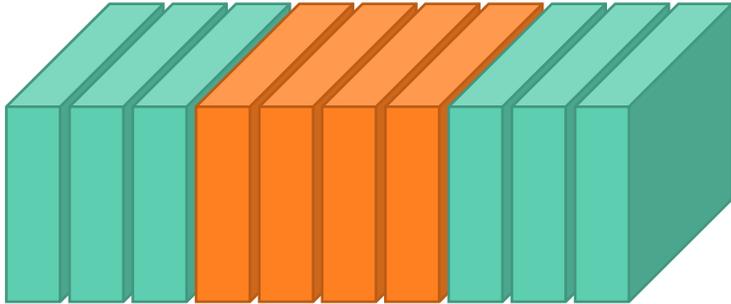
◆ 電池サーキュラーエコノミーへの貢献



- 電池サーキュラーエコノミーの各段階で、電池状態の診断は必須。
- 複数社が関わるサーキュラーエコノミーにおいて、共通の診断指標をつかった資源循環が理想。
- 電気化学インピーダンス (EIS) 法は、非破壊診断の指標として、科学的説明性と利便性を両立する。当社 Step Current Impedance (SCI) 法は、簡易な構成かつ短時間測定で、その利便性を高める。

◆ リユースに際する電池の状態診断の必要性

- 車載電池パックは、複数のセルで構成。
- パックの使い方やパック内の温度分布で、劣化後の各セルの状態は大きくばらつく。



二次利用するには、電池診断が必須。
内部状態を診断しないと適切な用途にもっていけない。

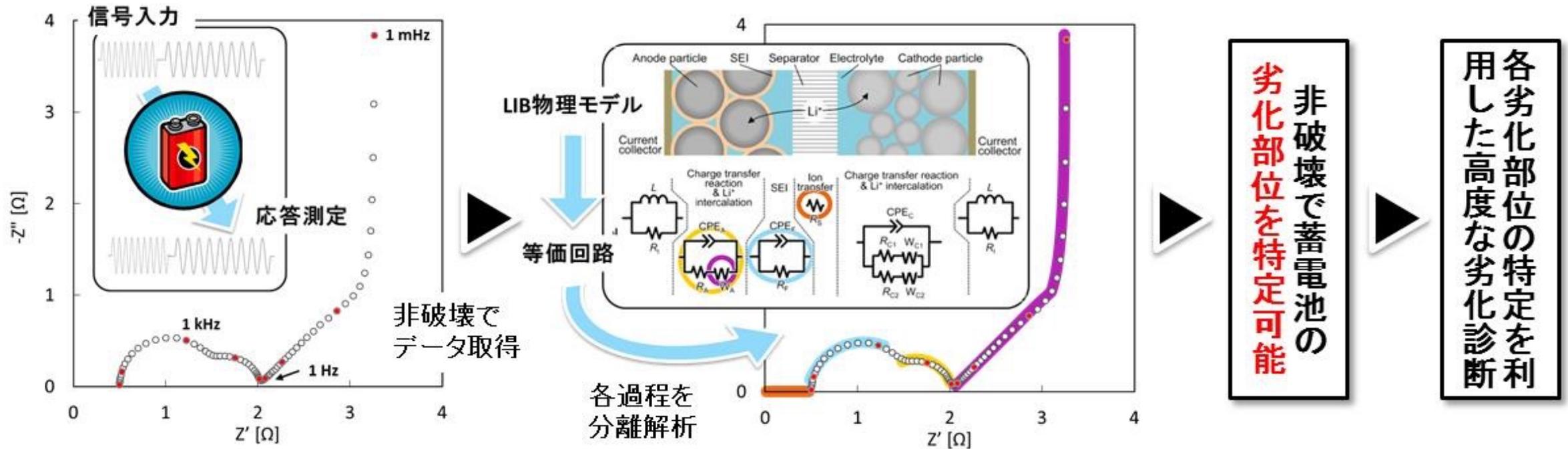
◆ 電池の非破壊劣化診断手法における当社開発技術の位置付け

出典：コロナ社スマートグリッドと蓄電技術、図5・20より情報を加えて再構成

			測定時間	情報量	技術の保有者
非破壊劣化 診断手法	周波数領域 交流測定	周波数固定：交流内部抵抗測定①	秒	少	—
		周波数掃引：交流インピーダンス測定②	数分	多	技術：日置他
	複合領域 時間領域を周波数に変換	矩形波インピーダンス測定③	数十秒	多	特許：早大（発明者）
		階段波インピーダンス測定④	数十秒	多	特許：電知
		過渡応答測定⑤	数十分	中	—
	時間領域 直流測定	微分：充放電曲線微分⑥	数時間	多	技術：東芝、日立
		積分：充放電測定⑦	数時間	少	—
		原関数：曲線解析、機械学習等⑧	？	？	—

■ は、電気化学インピーダンス法に基づく測定方法

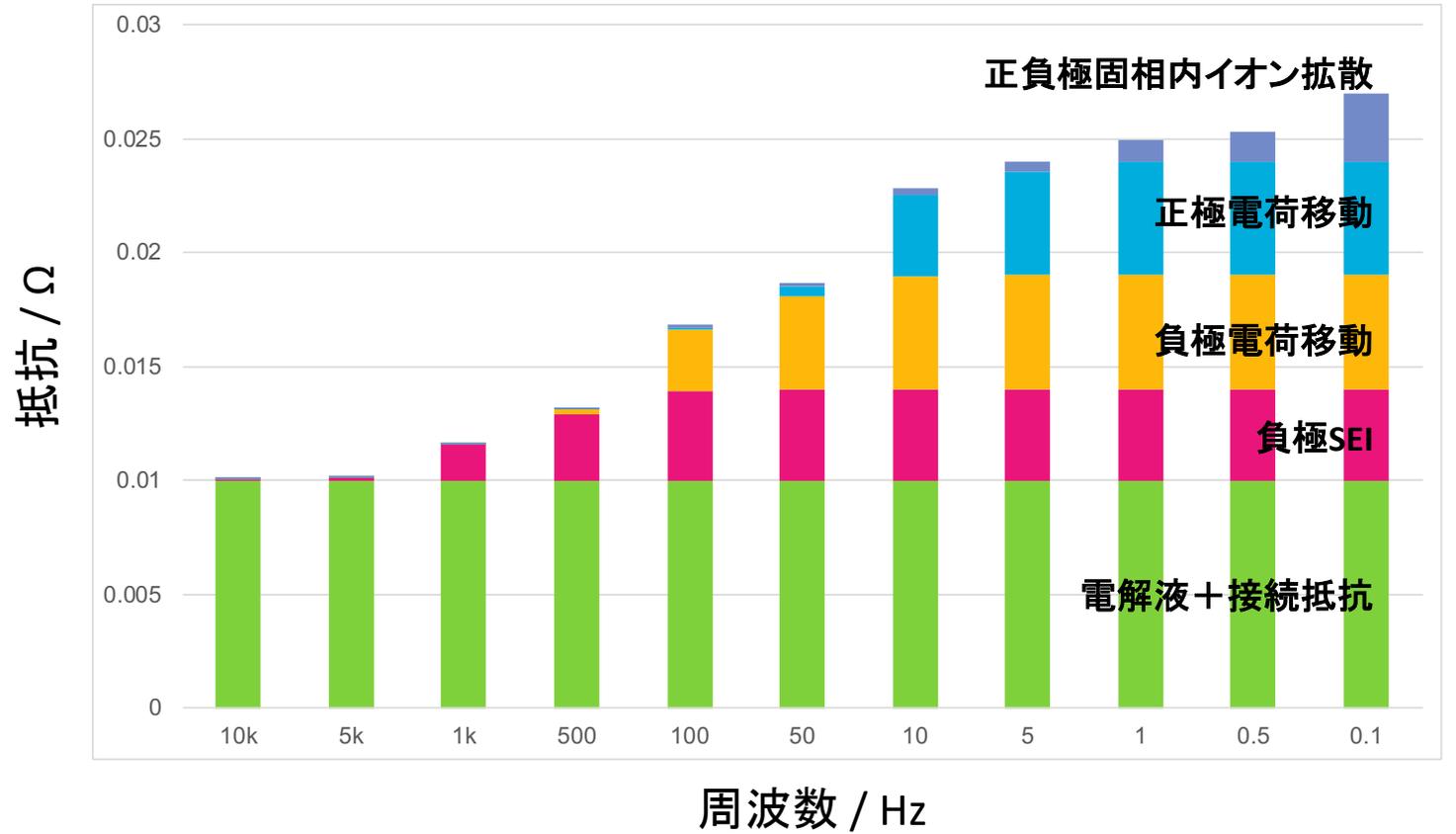
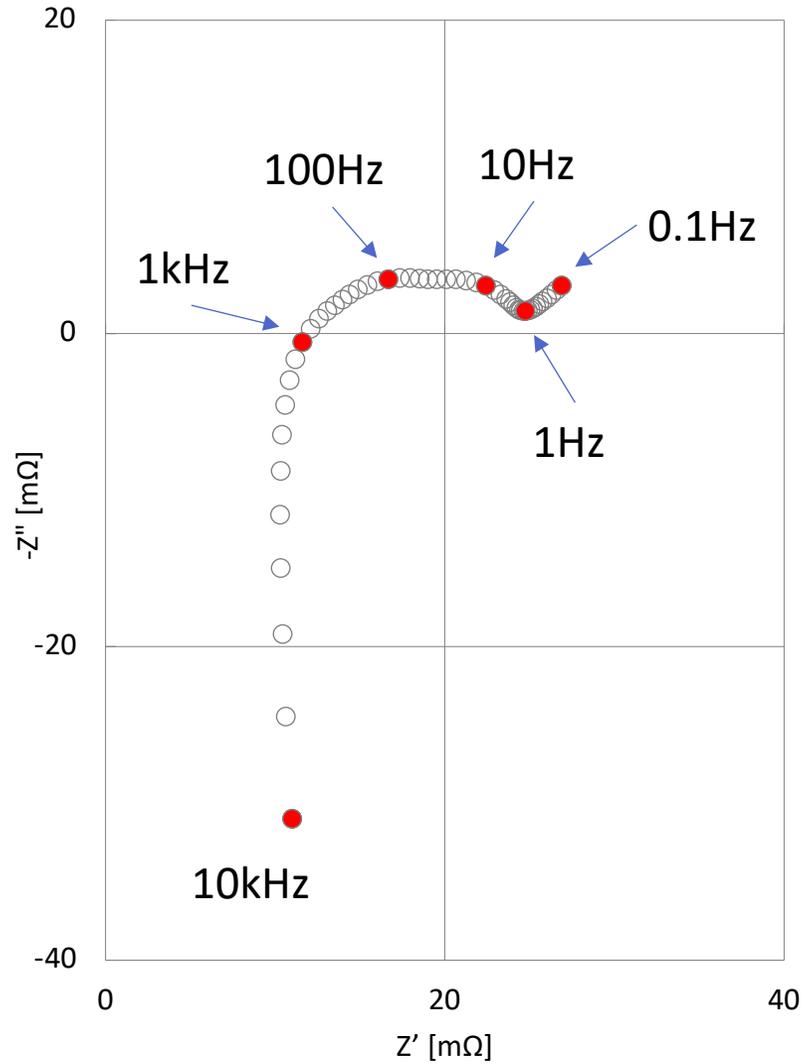
◆ 電気化学インピーダンス(EIS)法による電池解析模式図



電気化学インピーダンス法の参考資料

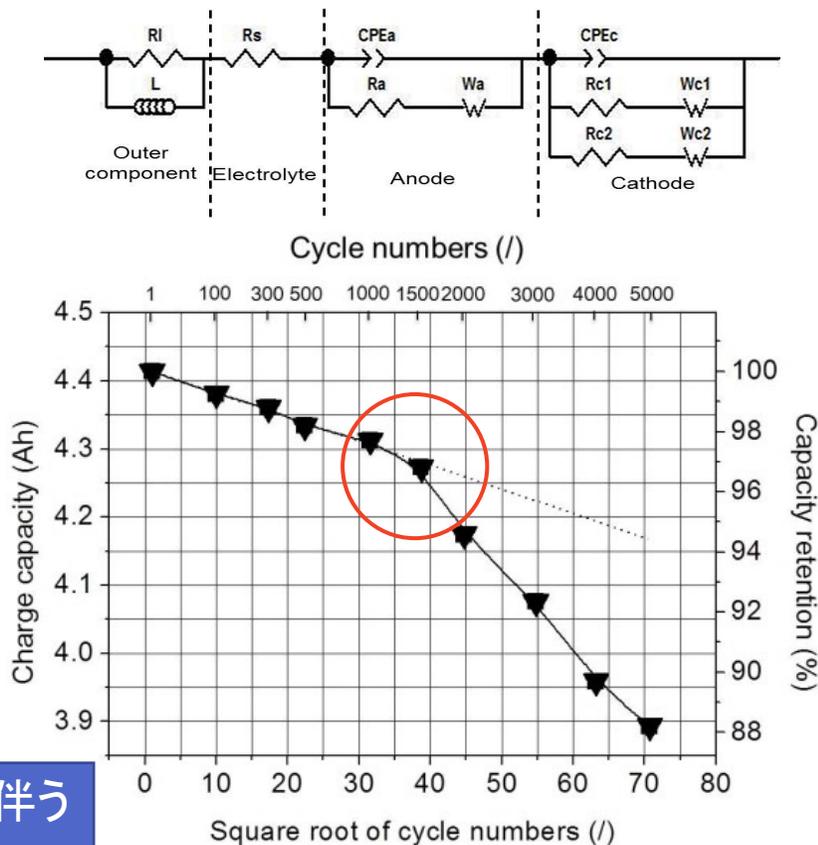
- 電気化学インピーダンス法 原理・測定・解析, 板垣 昌幸先生
- 電気化学インピーダンス 数式と計算で理解する基礎理論, 城間 純先生

◆ 電気化学インピーダンスによる内部抵抗の分離例



◆ $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 負極リチウムイオン電池のインピーダンス解析

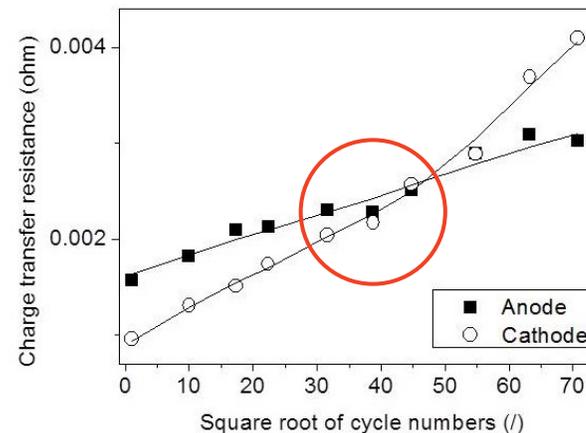
T. Hang, D. Mukoyama, H. Nara, N. Takami, T. Momma, T. Osaka, *J. Power Sources*, **222**, 442, 2013.



LIB with $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
Anode, 4.2 Ah

サイクル試験に伴う
電池容量の変化

Fig. Battery charge capacity with the number of charge–discharge cycles.



EISデータの解析結果

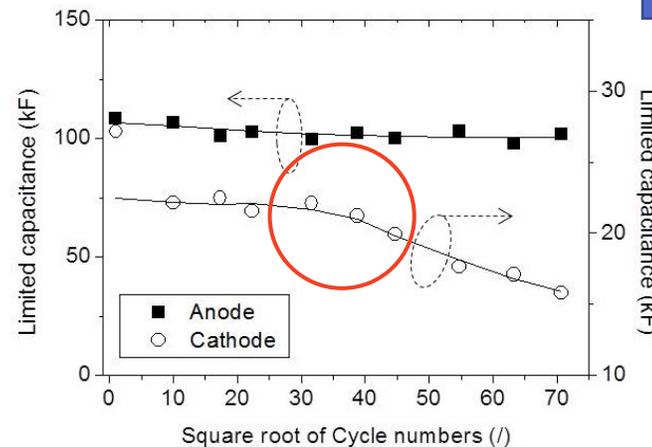
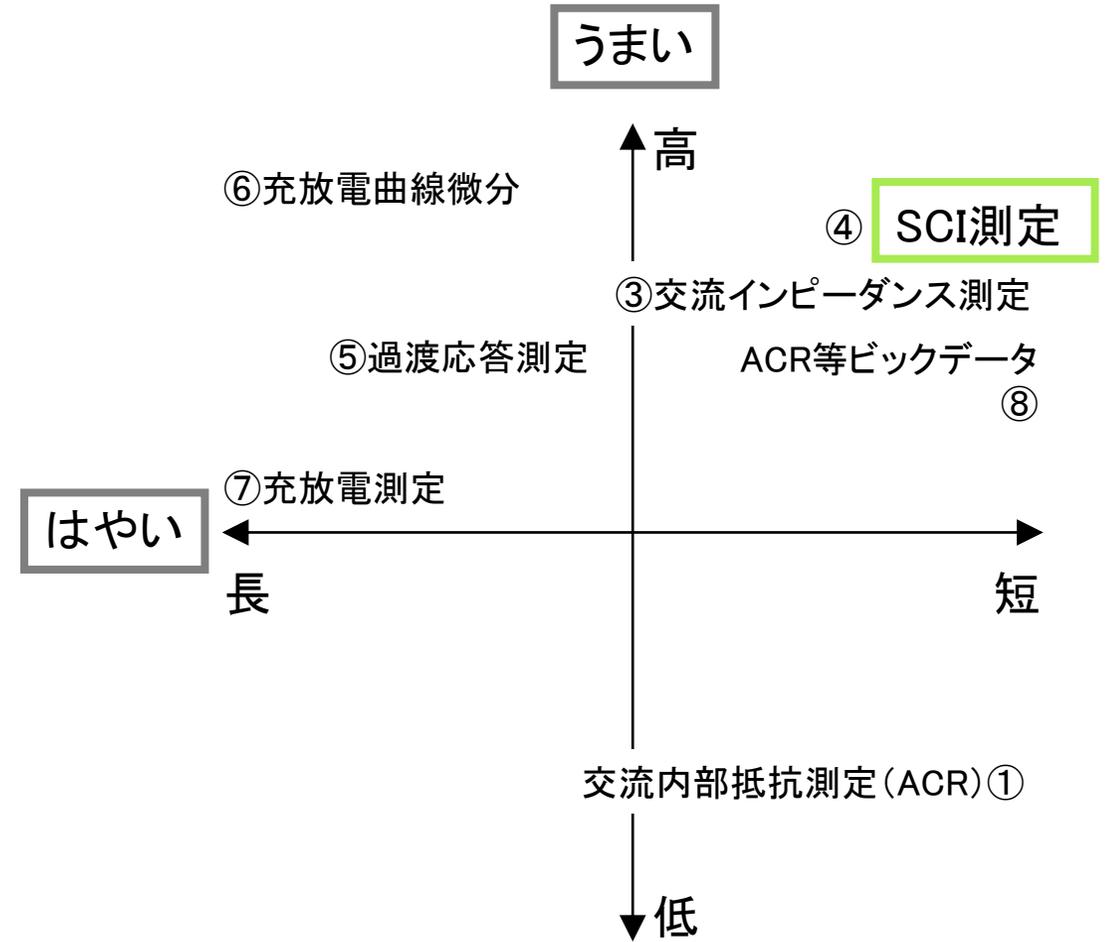


Fig. Variation of the (a) resistance and (b) limiting capacity with the number of charge-discharge cycles at DOD of 20%

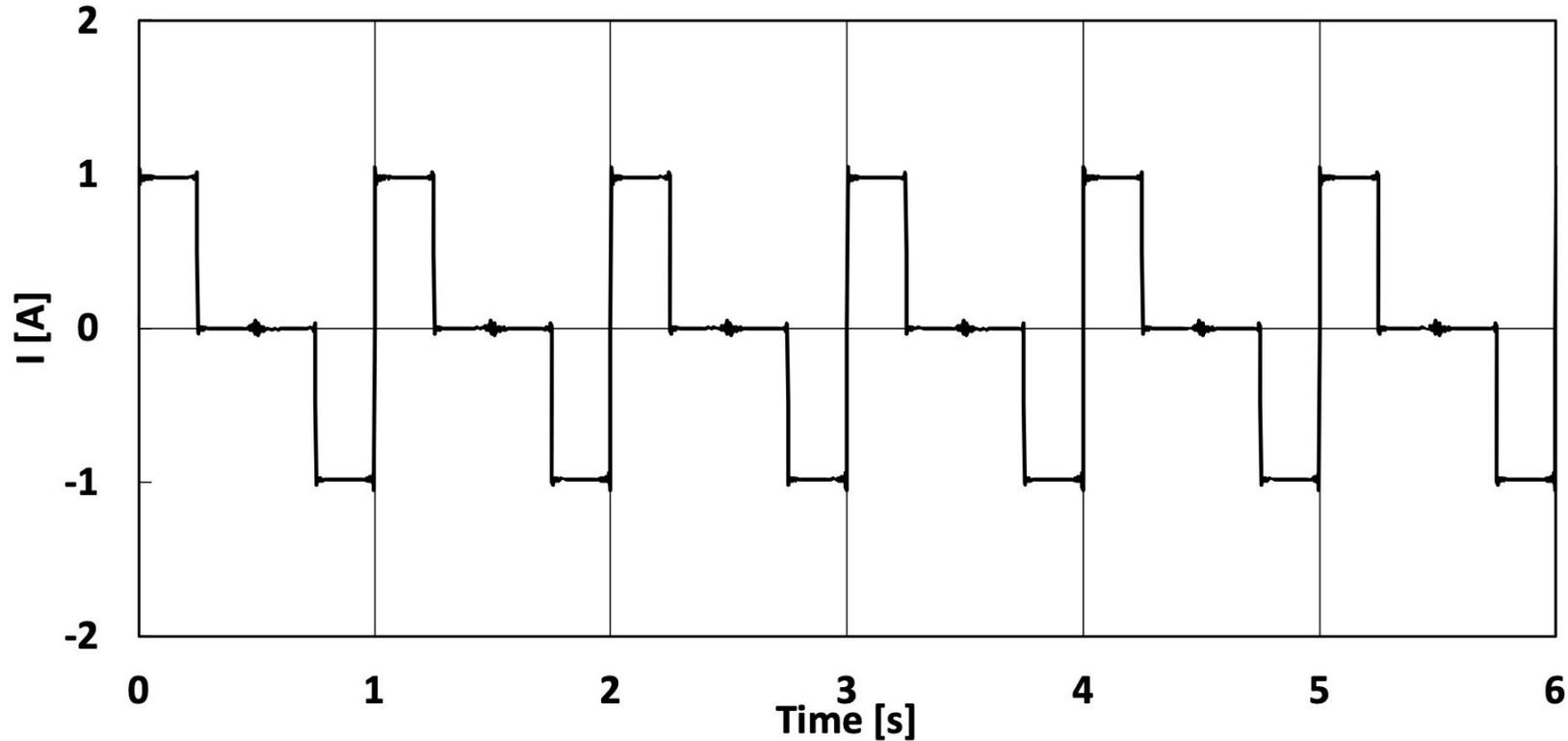
◆ 競合手法に対する優位性

- 電気化学インピーダンス法は、電池内部状態の非破壊解析として長年の実績のある研究手法。
- 交流インピーダンス測定は、高精度な研究用の測定機器。
- 電池のインピーダンス解析14年の研究者(大学教員→起業)が、独自技術としてSCI法を開発。

交流インピーダンス測定	さらに →→→	階段波インピーダンス測定 Step Current Impedance (SCI)
一般的なインピーダンスアナライザ Solartron150万円～ 日置電機50万円～	やすい	25万円(40W機)
十数分の測定時間	はやい	理論値として1/5
電池の構成部材(電解液、電極他)の情報を分離して得られる。電池研究において教科書レベルの手法	うまい	オペランド解析も可能に



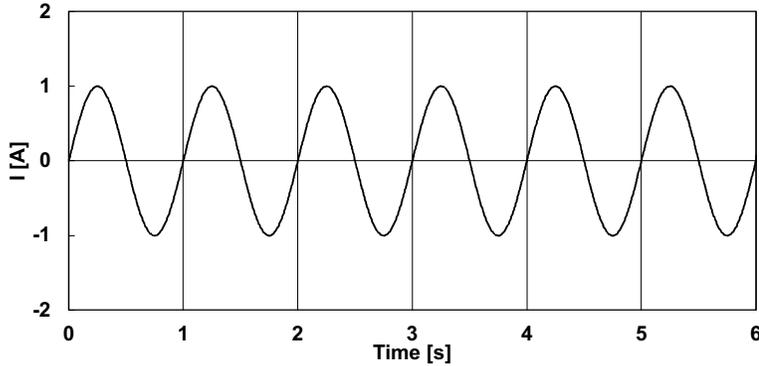
◆ SCI測定の基本設計



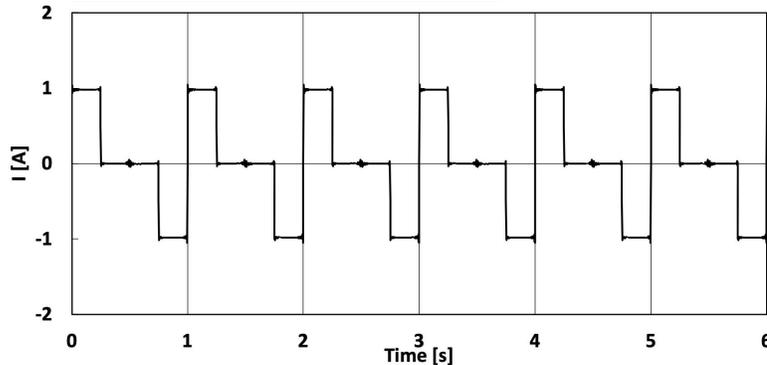
- 定電流制御による入力波形
- 段数等の入力波形の設計自由度が高い
- 特願2022-028753, PCT国際出願

◆ 周波数解析技術の比較

②従来法による入力波形



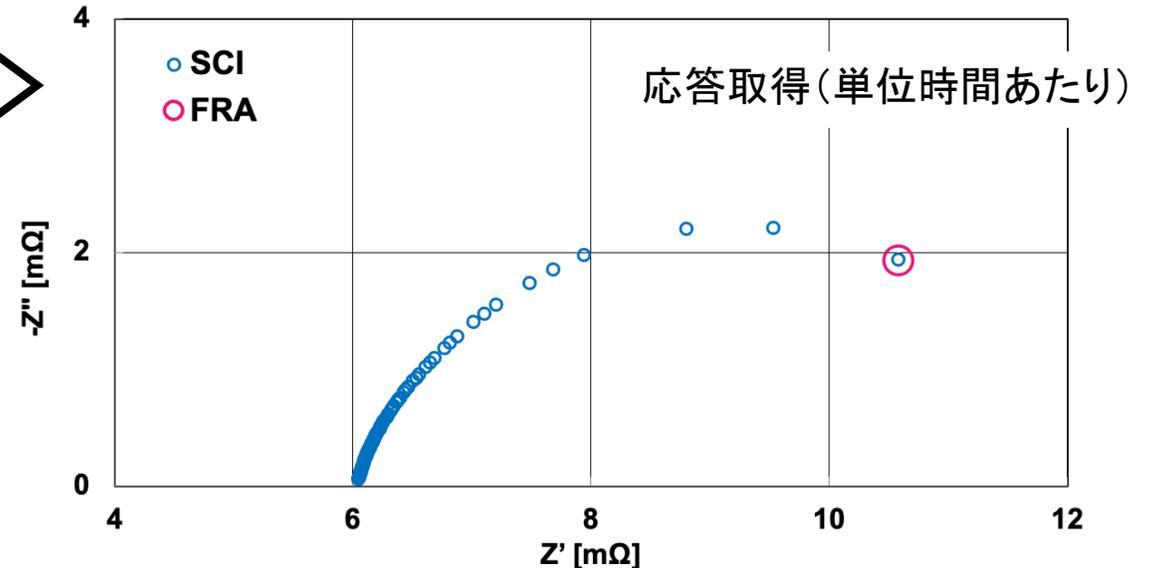
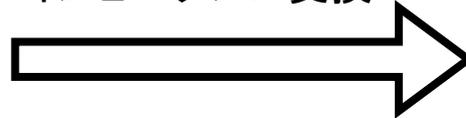
④階段波による入力波形



- 従来法は、高精度な測定機器を前提とした手法であり、EVの電池パックを測定するものとして現実的ではなかった。
- EIS の車載電池診断に向けた現実的な適用方法として、SCI 法を開発。

	従来法	階段波
単位時間あたりの周波数応答取得	1点	>20点

電流・電圧データ取得
インピーダンス変換

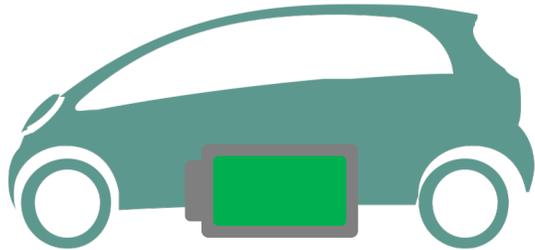


◆ 車載電池に関わる当社診断技術の位置付け

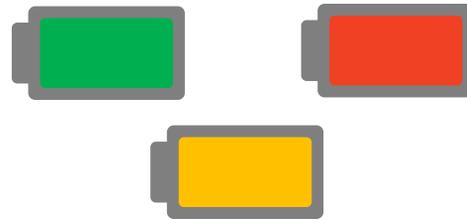


測定対象

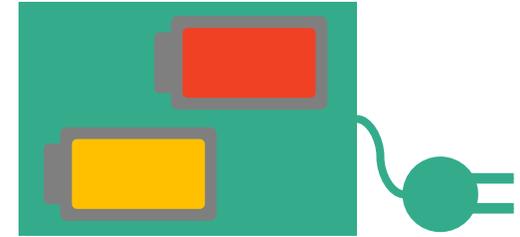
車載上の電池パック



単体のモジュール・セル



別用途のパック・システム



当社診断技術のSCI法は、迅速、情報量多、省エネ、システム設計容易といった特長



効果

電池残存価値の評価



Bi-S.C002P

電池評価コストの削減

信頼性高いリユースシステムの構築

株式会社 電知

◆ 開発における課題と解決方法

	課題	解決方法
①リユース品の市場形成	内部状態が明らかなリユースEV電池の入手が難しい。適切なEV電池の診断が行われていない。	科学的根拠をもち、メーカーの仕様に囚われず、且つ簡便な電池の診断方法を提供。
②科学的な診断手法	従来の診断手法では、構成材料の違いや多様な劣化モードに対応できない。科学的に根拠をもち、実際に現場で使える手法がない。	EIS法をベースにした電池の診断手法を独自に開発。
③電池評価の公平性	メーカーごとに電池の仕様が異なる。診断手法や結果も公表されない。メーカーの異なる電池を客観的に公平に評価できない。	CHAdeMOポートを利用し、全てのEV電池を同一の方法で診断・評価。
④診断手法の利便性	従来の診断法では、時間がかかる、専用設備が必要等、現実的な運用が困難。	可搬設備をCHAdeMOポートに接続し、ワンタッチ、数分で診断可能。

◆ IoT電池診断機Bi-S (Battery intelligent/impedance System)

製品の特徴

簡便・公平な測定手順

1. コネクタを挿入
2. 診断アプリでスタート
| 測定 15秒
| 解析 30秒
3. スマホに結果表示

状態の明らかなリユース品の
所在把握

クラウド



スマホ



CHAdeMOポート

コネクタ

診断機



一番確実な充放電試験は時間がかかりすぎる(CCAも同じ)。

実車両における入力波形

- CHAdeMOプロトコルによる制御
- 数A程度の定電流放電波形(4Step)



波形の一例

- 電流/電圧応答よりEISデータに変換

◆ IoT電池診断機Bi-S (Battery intelligent/impedance System)

製品の特徴

簡便・公平な測定手順

1. コネクタを挿入
2. 診断アプリでスタート
| 測定 15秒
| 解析 30秒
3. スマホに結果表示

状態の明らかなリユース品の
所在把握

クラウド



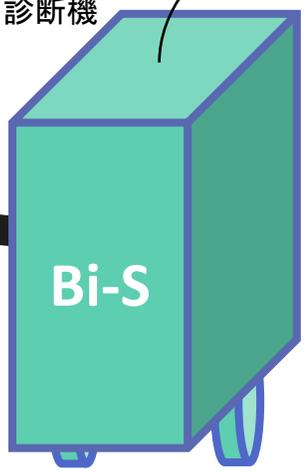
スマホ



CHAdeMOポート

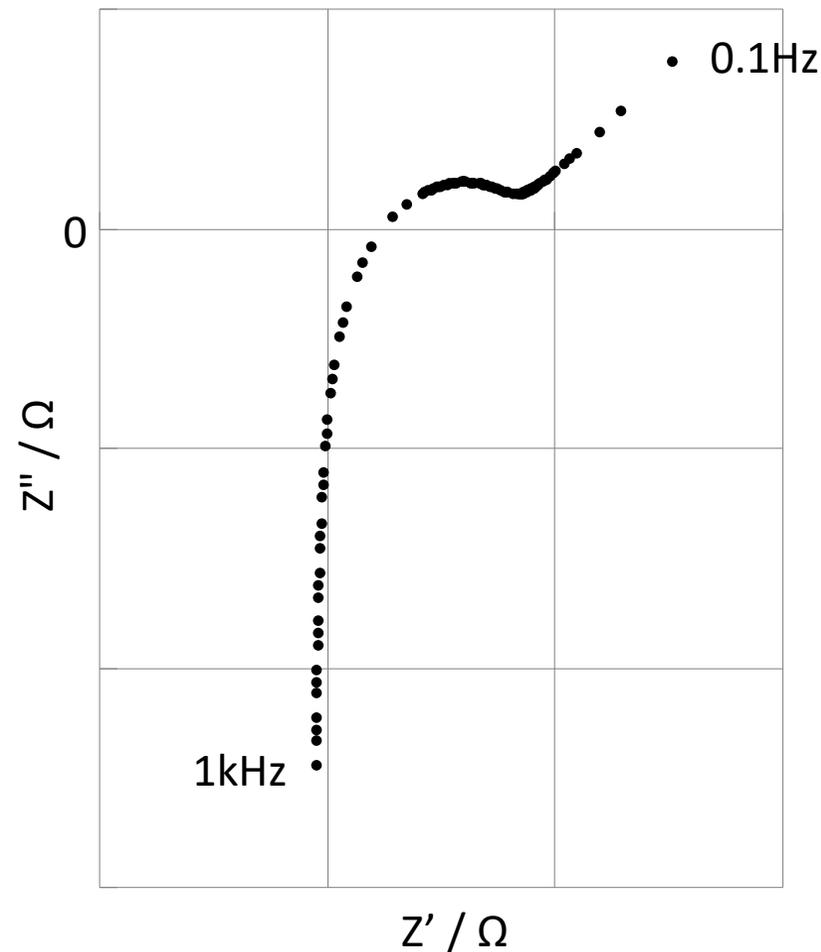
コネクタ

診断機



一番確実な充放電試験は時間がかかりすぎる(CCAも同じ)。

Bi-Sで取得したEISデータ
(日産リーフZE1)



◆ CHAdeMO対応

2023/2/27現在、EVのV2Lインターフェースを利用した世界唯一の診断専用IoTデバイス

車種・メーカーを選ばず、車載電池パックのEISデータを取得できる。

システム設計が比較的容易なSCI法であるからこそその設計でEVに馴染む。

2023/3/28



CHAdeMO協会について

会員制度

テクノロジー

CHAdeMO製品

発信情報

問い合わせ

JP
🔒 会員ページ

電知

Model name: Bi-S.C002P



Bi-S.C002Pは、EVの急速充電ポートから微小放電することで、車載電池パックの診断を可能とするIoTデバイスです。付属のCHAdeMOコネクタをEVに挿入し、V2Lプロトコルの管理下で、車載電池パックのインピーダンス測定・内部状態の診断を数十秒で行います。可搬式で電源コードレスの診断機であるため、その場で迅速にEVの電池診断を行うことができます。

Bi-S.C002Pは、PC/スマートフォン/タブレット等、無線LAN通信に対応した各種端末から、操作・結果表示が可能です。ユーザー認証から診断レポート生成までのすべての作業は、診断クラウドサービス(denchi.aiTM)により提供されます。

TECHNICAL DETAILS

用途：電気化学インピーダンス測定（車両）、車両放電試験

最大電圧: 450V DC

最大電流: 10A DC

CHAdeMOプロトコル対応：V2L 2.1A, 2.1B（第3者検定機関による検定合格）

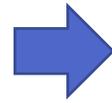
株式会社 電知

CHAdeMO協会HPより



◆ Bi-S.CO02Pにより提案できるソリューション

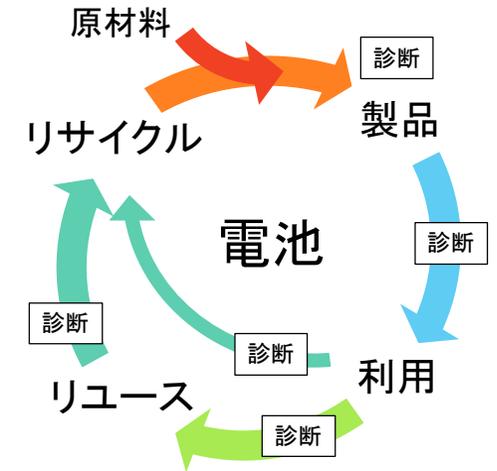
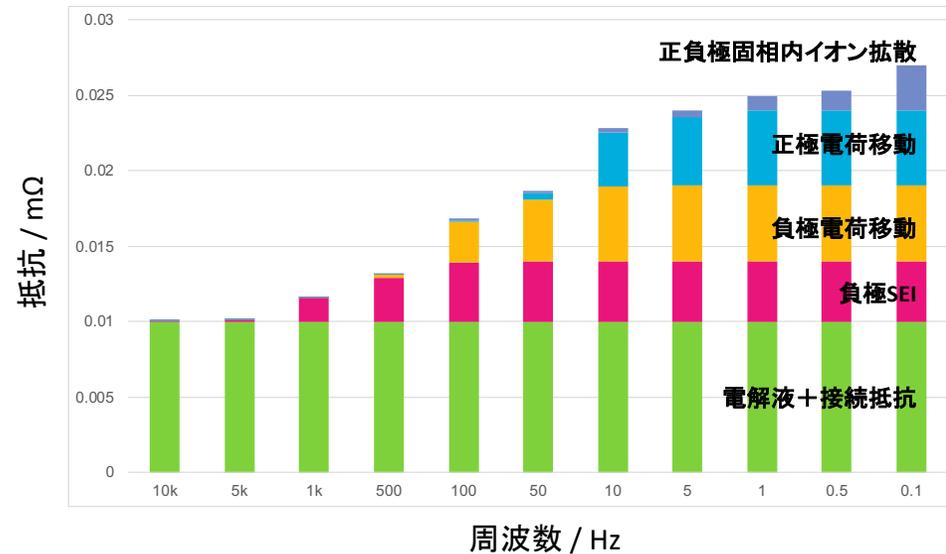
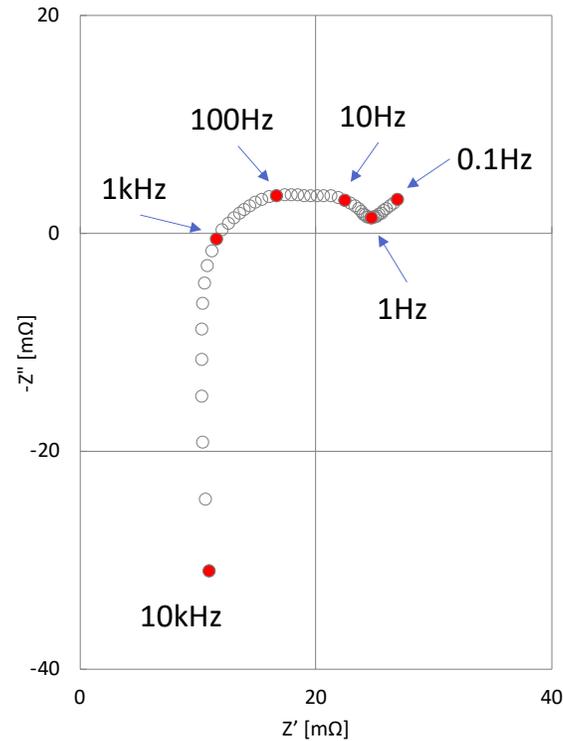
CHAdEMOプロトコルに従った微小放電によりEISデータを取得



周波数応答解析により電池内部状態の解析が可能



V2L対応の車種であれば、車載電池評価の客観的な指標を即時入手可能であり、大規模実証が容易。



◆ SCI法のEV急速充電器への適用

EV 急速充電器の矩形波重畳充電における電池パック内部状態の周波数応答解析

(早稲田大学, 東芝*) ○向山大吉, 横島時彦, 逢坂哲彌, 小岩馨*, 高澤孝次*, 五十崎義之*, 内古閑修一*, 江草 俊*

1. 緒言

電気自動車の本格普及を前に、電気化学を背景に科学的な根拠をもち、公平・公正で実用的な蓄電池診断技術が求められている。SOH の判断にたいして、より詳細な電池内部の情報を与える技術の1つに電気化学インピーダンス法¹⁾があるが、当研究室においては、高価な FRA を用いずとも精度よくインピーダンス測定を可能とする矩形波インピーダンス法²⁾を提案してきた。特に大容量化や低内部抵抗化が進む kWh 級の蓄電池のインピーダンス計測³⁾に適用し、精度良い測定結果を報告している。この手法を電気自動車に適用する際には、ユーザーにとって簡便かつ簡易な測定であることと、精度良くデータを取得するという、両立の難しい事象を高度に適合させる必要がある。本報告では、一般的に電気自動車の利用環境で使用される急速充電器に着目し、EV の急速充電器間の通信方法と充電方法を規定している国際標準規格 CHAdeMO™ を参考とした環境で、充電電流に矩形波を重畳し、市販の車両に手を加えることなくインピーダンス測定を行った。

2. 実験方法

測定用車両には 10kWh の東芝社製蓄電池を搭載した市販電気自動車を中心に複数の市販車両を用いた。市販急速充電器および充電ケーブルコネクタにより、100A を上限とした急速充電を行った。インピーダンス測定信号として用いる矩形波は、車両の充電電流指令値の +/-5% 以内 (CHAdeMO 規格) を参考とし、振幅 dI_{0-p} : 充電電流の 5% として充電電流に重畳し、充電中に測定を行った。電流-電圧応答は、充電器内で高性能データロガーを用いてサンプリングレート $f_s = 100$ kHz を上限に測定を行った。得られた応答から既報のフーリエ変換のデータ処理³⁾によるインピーダンス変換と同様に、周波数応答を得た。

3. 結果と考察

Fig. 1 に測定機器の構成図を示す。車両に備えられた急速充電口に充電プラグを接続し、充電を行い、電流-電圧応答を測定した。いずれの車両においても充電中に矩形波重畳した入力は許容され、満充電までの標準的な



Fig. 1. 測定機器構成図

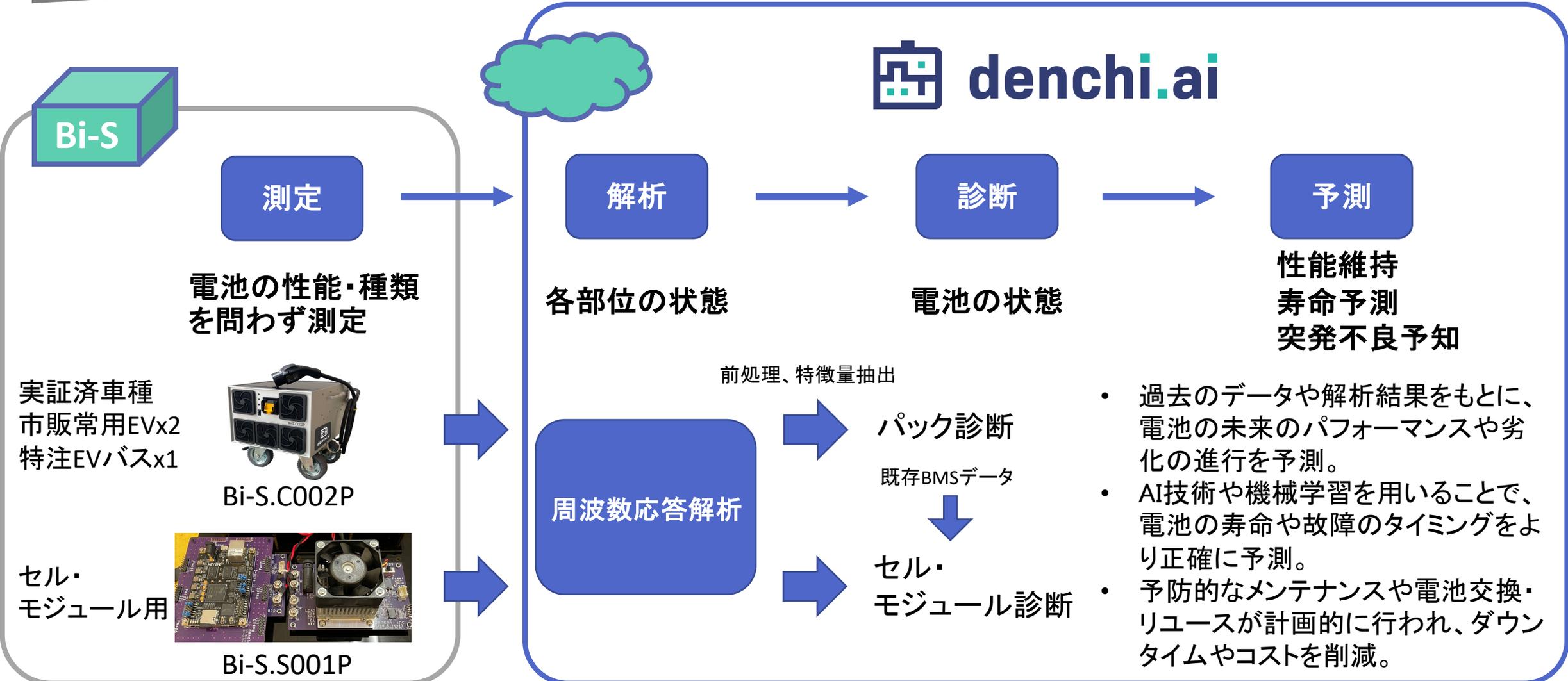
三菱社 iMiEV, 日産社 リーフ, テスラ社 モデル3において、車両/急速充電器両方の設計の変更なく、充電制御でインピーダンス測定の可能性が示唆された(2019年電池討論会)。

急速充電器での診断として、技術的にはSCI法によりEISデータ取得の適用可能性は高いが、ユーザー認証等の障壁を整理する必要がある。

◆ 電池リユースに向けた実証と今後の展開

現状

展開



◆ 今後の提案

- 今すぐ電池診断を必要とされている方へ、ソリューションを提供できます。
- 急速充電器等への組み込みにむけた関係構築、大歓迎です。
- 診断の普及に向け、一緒に取り組んでくださる提携先、サービス強化のための投資を募集しています。
- ご興味のある方は、ぜひお問い合わせ下さい。 <https://denchi.ai>
Googleで「電知」と検索いただくとヒットします。

◆ 謝辞

- ・姉川会長: 2019年に褒めて頂いたコンセプトを漸く形にすることができました。
- ・丸田事務局長: CHAdeMO規格の挑戦にあたっての丁寧なアドバイスに深謝致します。
- ・北原様(V2H事務局): 実装に向けた適切なコメントをありがとうございます。
- ・埼玉県様: R4次世代ものづくり開発補助金。