

磁気センサによる非破壊診断で純正電池を識別する手法を開発

近年、純正でないリチウムイオン電池（互換バッテリー）による火災などの事故が問題になっていますが、外見上は見分けることが困難です。本研究では、電池の外装に磁気センサを取り付け、電池から発生する磁場を測定することで、個々の電池が純正であるかどうかを非破壊で識別する手法を開発しました。

リチウムイオン電池は、スマートフォンや PC、電気自動車にも搭載されるなど、私たちの暮らしに欠かせないものとして普及しています。一方で、近年、純正でない電池、いわゆる互換バッテリーに交換されたことによって火災が起こるなどの事故が生じています。リチウムイオン電池は、その普及に伴い形状の規格化が進み、外観から純正かどうかを判断することが困難です。純正と識別するために、マークや認証の表示、QR コード、IC チップなどが用いられていますが、それらは模倣されることから、電気特性および内部構造に基づく識別方法が求められていました。

本研究グループでは、これまでに、磁気センサを用いて燃料電池の不具合を発見する方法を開発しています。今回、これを応用し、同外郭のリチウムイオン電池の内部構造に起因した電流経路の違いに基づく識別システムを開発しました。この方法は、電池の外装に磁気センサを張り付け、充放電時の電流に起因した磁場を計測するもので、簡易的ではあるものの、単セルのみならず、複数電池を接続した場合の識別も可能です。

今後は、実際の電池モジュール内や、内部構造も同一で劣化がある場合などについても、電池を識別できるシステムの確立を目指します。

研究代表者

筑波大学システム情報系

秋元 祐太郎 助教

研究の背景

近年、リチウムイオン電池について、純正でない低品質な、いわゆる互換バッテリーを使用することによって火災が起こるなどの事故が生じており、このような事故を回避するためのリチウムイオン電池の識別技術が必要となっています。現在、バーコードや IC チップなどの識別技術が用いられていますが、これらの手法は複製や入れ替えによる偽造の被害を受けやすいという欠点があります。本研究グループでは、これまでに、磁気センサーを用いたリチウムイオン電池の電流分布解析による非破壊的な故障判定法を開発してきました。そこで今回、リチウムイオン電池自体の磁場に着目し、磁気解析による個々のリチウムイオン電池の識別を提案しました。

研究内容と成果

本研究では、図 1 に示すような角型 リチウムイオン電池 のさまざまな位置に磁気センサーを取り付けて磁場を測定し、その値を理論式とシミュレーションにより評価しました。その結果、図 2 のように各リチウムイオン電池のセルの短辺で明確な磁場が測定されました。このような磁場の分布は、集電体 (Current Collector : 電池外部端子と内部電池箔とを電気的に接続するために必要な構成部品) の形状違いにより、通電時の観測される電流密度の差異に起因するものと考えられます。また、2つのセルを直列に接続してリチウムイオン電池モジュールを模擬した場合でも、磁場分布には同様の傾向が見られました。すなわち、磁気センサーを用いて、リチウムイオン電池の異なる内部構造の磁場特性を測定し、またシミュレーションにより内部構造の違いから生じる磁場を再現できることが分かりました。以上のことから、磁気センサーを戦略的に配置することで、個々のリチウムイオン電池を識別できることが示唆されました。

今後の展開

本研究では、外形の同じ電池の内部構造の違いに着目し、磁気センサを戦略的に配置することで、非破壊で個々のリチウムイオン電池を識別できることが示唆されました。この手法は、個々の電池モジュールを識別するための基盤技術として役立つ可能性があり、今後は、電池が複数接続されるモジュール内での実施や劣化を含めた診断技術の確立を目指します。

参考図

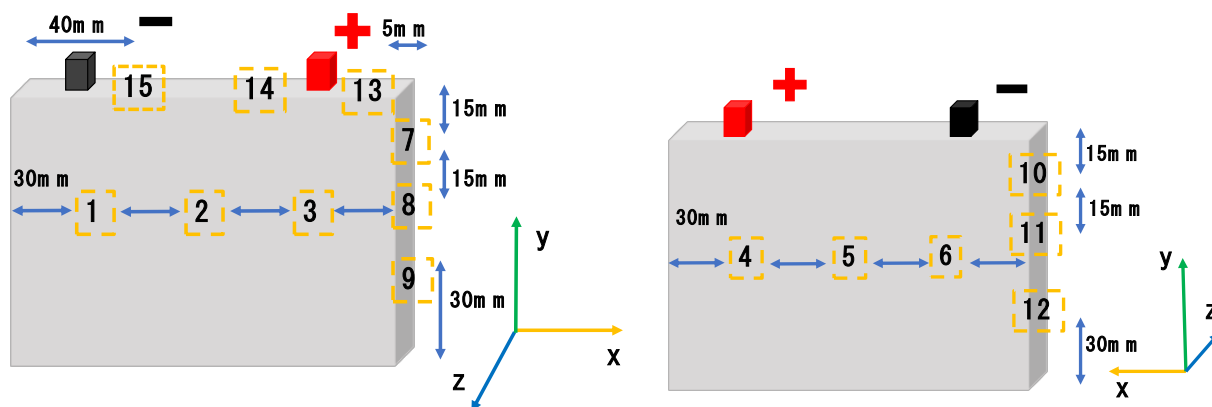


図1 リチウムイオン電池セル (箱型)

リチウムイオン電池には円筒形や角型、パウチ型などがあるが、本研究ではハイブリッド自動車に用いられる 5Ah (アンペアアワー) 級の角型セルを対象に磁気センサを外装に張り付け、実験を行った。図中の黄点線で囲まれた数字は、磁気センサーを示す。

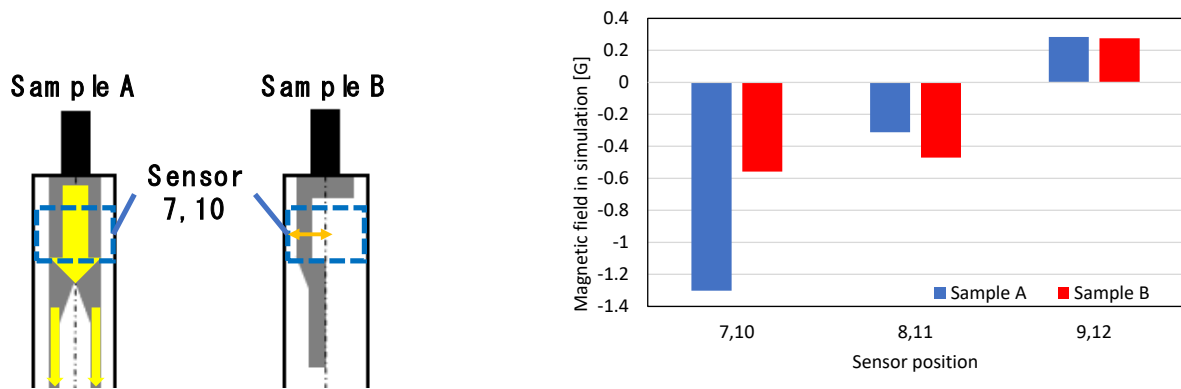


図2 (a) 各サンプルの集電体形状の違い（外形図） (b) センサ7-12における磁場測定結果
 セルの集電体形状は、メーカーなどによってその形状が異なるため、(a)のように、外郭形状が同じでも発生磁場に違いが生じる。本研究では、異種メーカーの異なる2つのサンプルで測定した結果、(b)のように内部形状の異なる測定点であるセンサ7, 10において異なる磁場を示した。

研究資金

本研究は、筑波大学と株式会社本田技術研究所との共同研究契約に基づいて実施されました。

掲載論文

- 【題名】 Evaluation of lithium-ion batteries with different structures using magnetic field measurement for onboard battery identification (オンボード電池識別のための磁場を用いた内部構造の異なるリチウムイオン電池の評価)
- 【著者名】 衛藤愛羅、秋元祐太郎、岡島敬一、岡野隼、尾上由希子
- 【掲載誌】 Green Energy and Intelligent Transportation
- 【掲載日】 2025年1月22日（オンライン先行公開）
- 【DOI】 10.1016/j.geits.2025.100257

問い合わせ先

秋元 祐太郎（あきもと ゆうたろう）
 筑波大学システム情報系 助教
 URL: <https://www.risk.tsukuba.ac.jp/~akimoto/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局
 TEL: 029-853-2040
 E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp