



Application Note AN-BAT-015

INTELLOを使用した電池研究での微分容量解析(DCA)

Introducing dQ/dE plots, applications, and more

微分容量解析(DCA)は、バッテリーの研究開発において広く使用されている強力な診断技術であり、バッテリーの電気化学的挙動に関する詳細な洞察を得るために使用されます。DCAにより、研究者は充電および放電サイクル中に電池内で発生する主要な電気化学的プロセス、相転移、および劣化メカニズムを特定することができます。この技術は、複数の電気化学反応が重なる可能性のあるリチウムイオン電池のような複雑なシステムの特性評価に特に価値が

あります。

この技術資料では、微分容量解析の原理と実際の応用について探り、その電池性能向上における役割を強調します。また、電気化学測定装置 INTELLOが電池指向のコマンドスイートと長時間の測定中に解放される能力を備えていることから、DCAを実施する際に研究者の時間と効率を最大化するための優れた選択肢であることを明らかにします。

INTELLOバッテリーサイクリング環境内では、微分容量($dQ/dE = |Q_{n+1} - Q_n| / (E_{n+1} - E_n)$)と定義され、 n はデータポイントのインデックス、 Q は充放電容量の値、 E は測定された作用電極電位)をサンプリングし、この値をセルの測定電圧に対してプロットする

ことが可能です。INTELLOのサイクリング環境の一般的な紹介はAN-BAT-014に記載されていますが、このアプリケーションノートでは特に dQ/dE プロットとそこから導き出せるものに焦点を当てています。

4(DCA)141

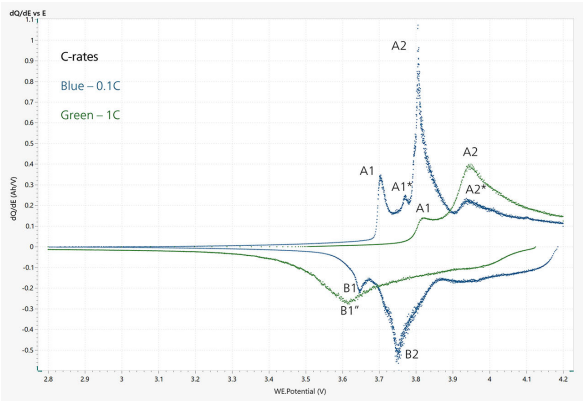
1. 4

		/ mAh
1	LIR2450	120
2	INR21700-33J	3200
3	HTPFPR-18650	1100
4	BK-3MCDE	2000

(DCA)C(C/10)DCAdQ/dECCC

LIR2450

1C0.1C4.2V6mA2.8VC10.1C()1C()
 1C3.82V(A1)3.95V(A2)23.62V(B1'')10.1C3.70V(A1)
 3.77V(A1)3.81V(A2)3.93V(A2)43.64V(B1)3.75V(B2)
 22NMC-532[1]**
 2C11CA1A20.1CA1A2C1C0.1C2C2

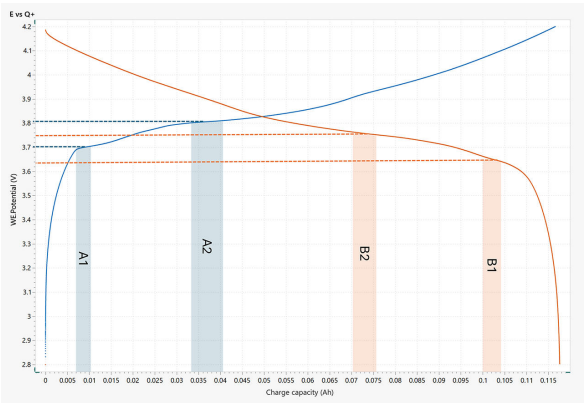


1. 0.1C1CdQ/dE

2. 1

	(V)	
	0.1C	1C
A1	3.70	3.82
A1*	3.77	-
A2	3.81	3.95
A2*	3.93	-
B1''	-	3.62
B1	3.64	-
B2	3.75	-

E vs Q+/Q-20.1CEQ+/Q-dQ/dE1

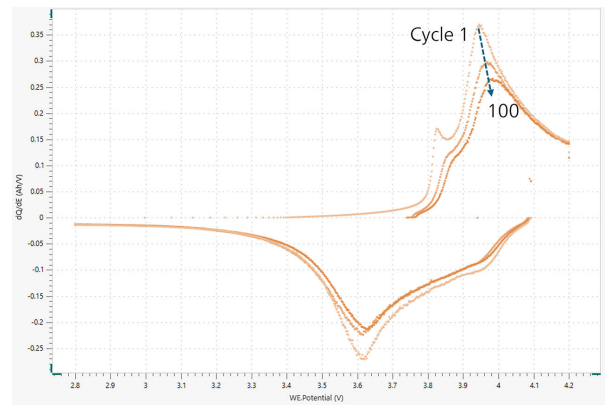


2. E vs Q+/Q- dQ/dE

LIR2450

dQ/dE131C100dQ/dEINTELLO

SEIDCA()



3. dQ/dE150100

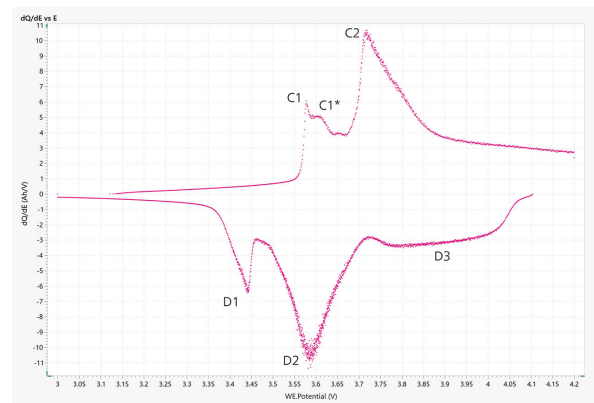
INR21700-33J ()

CCCVCC0.5C4.2 V64 mA(0.02C)0.2C3 VC

43.58 V(C1)3.60 V(C1*)3.72 V(C2)33.44 V(D1)3.58

V(D2)(D3)3

1dQ/dENMC



4. dQ/dE

HTPFPR-18650 ()

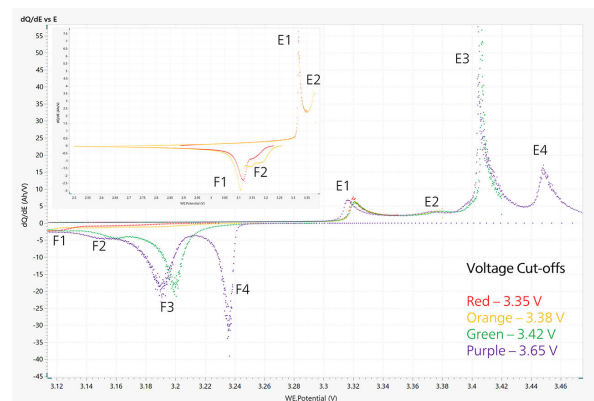
1CCCdQ3.35 V2.8 V3.38 V3.42 V3.65 V35

(LFP)2dQ/dE

3.32 V(E1)3.38 V(E2)3.40 V(E3)3.44 V(E4)43.11

V(F1)3.15 V(F2)3.19 V(F3)3.24 V(F4)4LFP/E3E4(

F3F4)Li()LFP/[2]

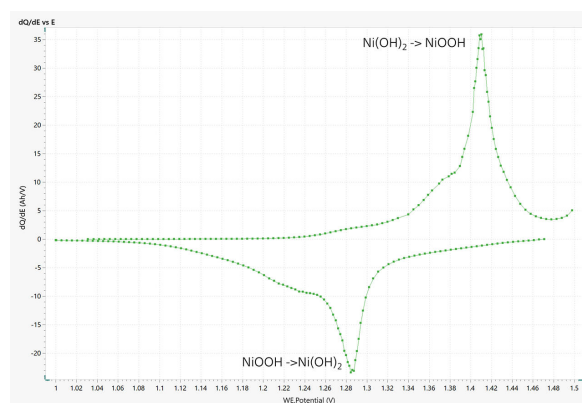


5. HTPFPR-18650dQ/dE2.28 V3.38 V

BK-3MCDE/4BE NI-MH ()

Ni-MH 1 V~1.5 V0.1C(CC)dQ/dE6

Ni(OH)₂NiOOH1.4 V11.28 V1(AN-RS-042)(in-situ
Raman spectroelectrochemistry)



6. 0.1C Ni-MH dQ/dE

1. Long, B. R.; Rinaldo, S. G.; Gallagher, K. G.; et al. Enabling High-Energy, High-Voltage Lithium-Ion Cells: Standardization of Coin-Cell Assembly, Electrochemical Testing, and Evaluation of Full Cells. *J. Electrochem. Soc.* **2016**, 163 (14), A2999.
[DOI:10.1149/2.0691614jes](https://doi.org/10.1149/2.0691614jes)
2. Torai, S.; Nakagomi, M.; Yoshitake, S.; et al. State-of-Health Estimation of LiFePO₄/Graphite Batteries Based on a Model Using Differential Capacity. *J. Power Sources* **2016**, 306, 62–69.
[DOI:10.1016/j.jpowsour.2015.11.070](https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2015.11.070)

CONTACT

143-0006 6-1-1
null 9

metrohm.jp@metrohm.jp



VIONIC

VIONIC is our new-generation potentiostat/galvanostat that is powered by Autolab's new INTELLO software. VIONIC offers the most versatile combined specifications of any single instrument currently on the market. Compliance voltage: ± 50 V; Standard current ± 6 A; EIS frequency: up to 10 MHz; Sampling interval: down to 1 s; Also included in VIONIC's price are features that would usually carry an additional cost with most other instruments such as: Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS); Selectable Floating; Second Sense (S2); Analog Scan;