



Termická analýza jako unikátní metoda charakterizace baterií

Jaroslav Kolečka

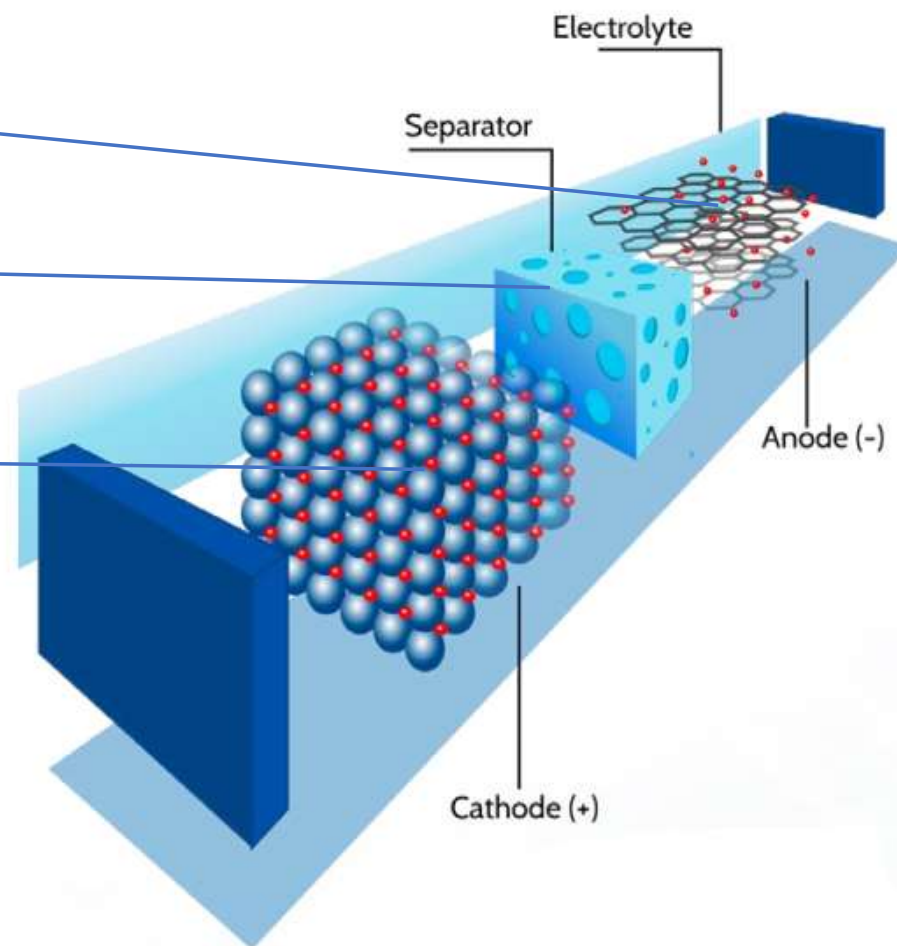
kolejka@pragolab.cz

Anode: Graphite, Graphene, Silicon, SBR

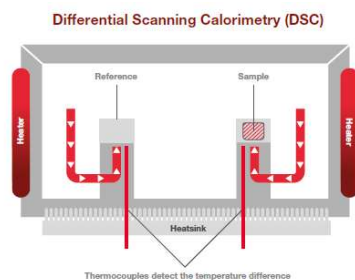
Separator: PE, PP, Multilayers

Cathode: LFP, NMC, LCO, NCA, LMO, PVDF

Electrolyte: Lithium salts
Organic carbonate solvents



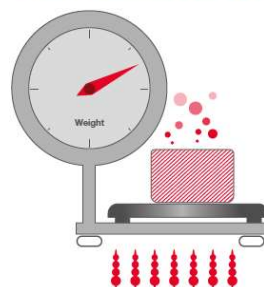
DSC



- **Měří teplo**, které teče ze vzorku a nebo do vzorku
- **Měří tepelnou kapacitu C_p**

STA

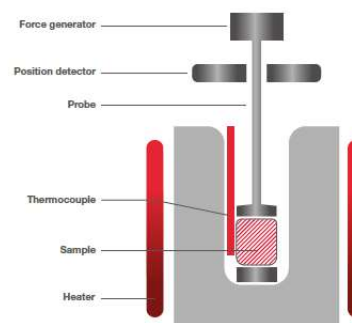
Thermogravimetric analysis (TGA)



- **Měří změnu hmotnosti (spojitě)**
- **Měří vše jako DSC**, ale o něco méně citlivé

DMA

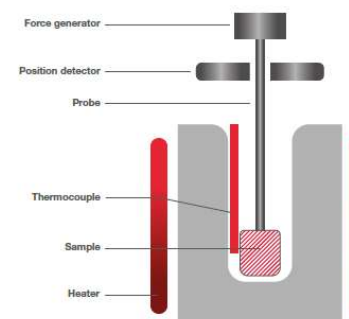
Dynamic Mechanical Analysis (DMA)



- **Měří změnu tuhosti**
- **Měří elastické vlatnosti**

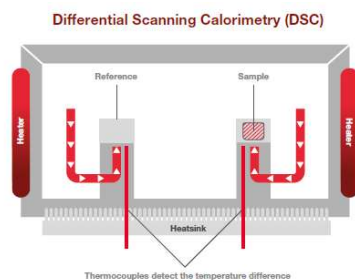
TMA

Thermomechanical Analysis (TMA)



- **Měří tepelnou roztažnost**

DSC

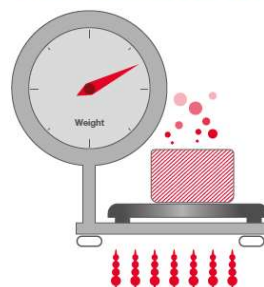


- **Měří teplo**, které teče ze vzorku a nebo do vzorku
- **Měří tepelnou kapacitu C_p**

-150 až 725°C

STA

Thermogravimetric analysis (TGA)

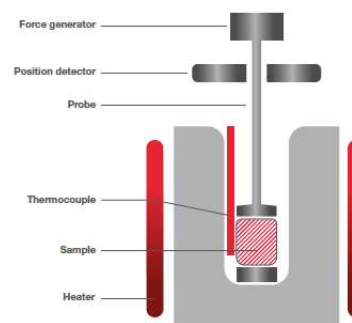


- **Měří změnu hmotnosti (spojitě)**
- **Měří vše jako DSC**, ale o něco méně citlivé

RT až 1500°C

DMA

Dynamic Mechanical Analysis (DMA)

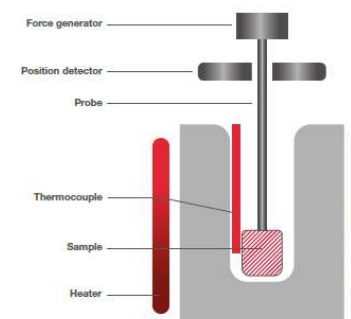


- **Měří změnu tuhosti**
- **Měří elastické vlastnosti**

-150 až 600°C

TMA

Thermomechanical Analysis (TMA)



- **Měří tepelnou roztažnost**

-150 až 1500°C



- Plná servisní i aplikační podpora z Prahy
- Demo lab v Brně
- Zázemí silné tradiční firmy

Termická Analýza – Partner HITACHI

HITACHI
Inspire the Next

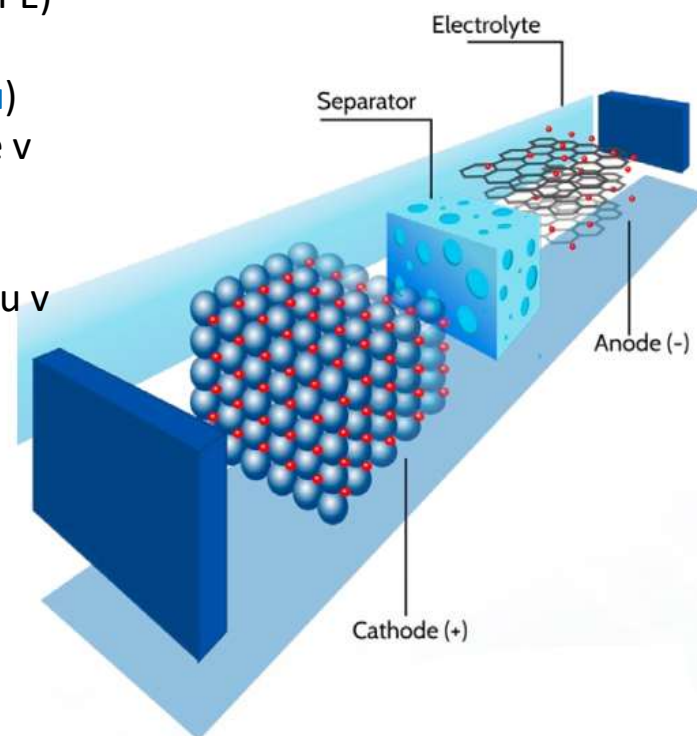


<https://www.hitachi-hightech.com>

Termická Analýza – Příklady využití pro Li-Ion baterie



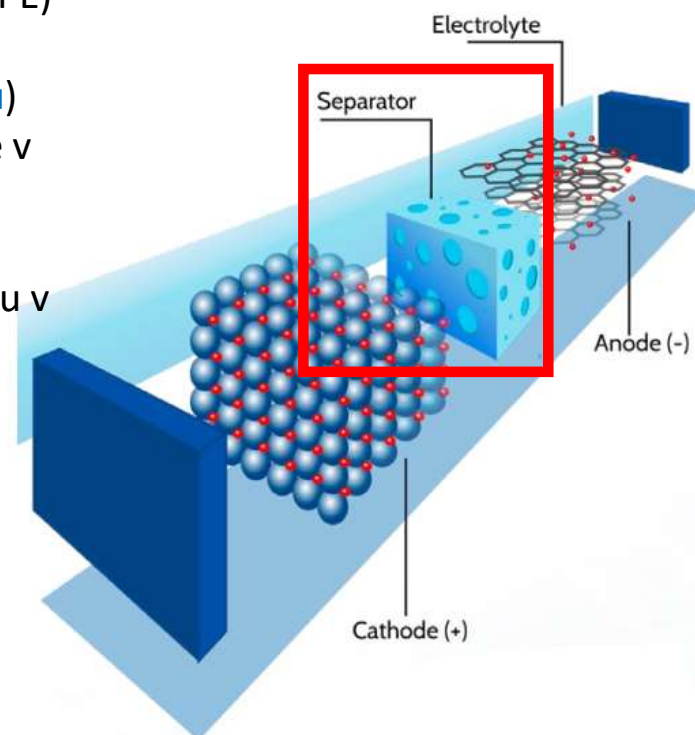
- **Teplotní stabilita** anodového materiálu z hlediska použitých pojiv (grafit + CMC, SBR)
- **Reakční teplo vytvrzování** pojiv a stupeň vytvrzení reaktoplastické složky
- **Predikce teplotní stability** pomocí automaticky generované kinetiky: Teplota použití vs. životnost
- Měření destabilizace elektrolytu vlivem vniku materiálu katody
- Charakterizace materiálu separátoru – **složení a hustota polymeru** (HDPE, LDPE)
- **Teplotní historie** materiálu separátoru a obsah nečistot/ příměsí
- Anisotropie mechanických vlastností separátoru (**orientace řetězců polymeru**)
- **Analýza vstupních surovin** (Li_2CO_3), simulace procesu slinování, transformace v materiálu při tepelném zpracování
- **Obsah recyklátu** v polymerech
- **Studium dekompozice prvků baterie** s řízenou teplotou a plynnou atmosférou v návaznosti na chemicky specifickou informaci o složení (FTIR, MS)
- Různá **teplotní roztažnost** prvků baterie
-

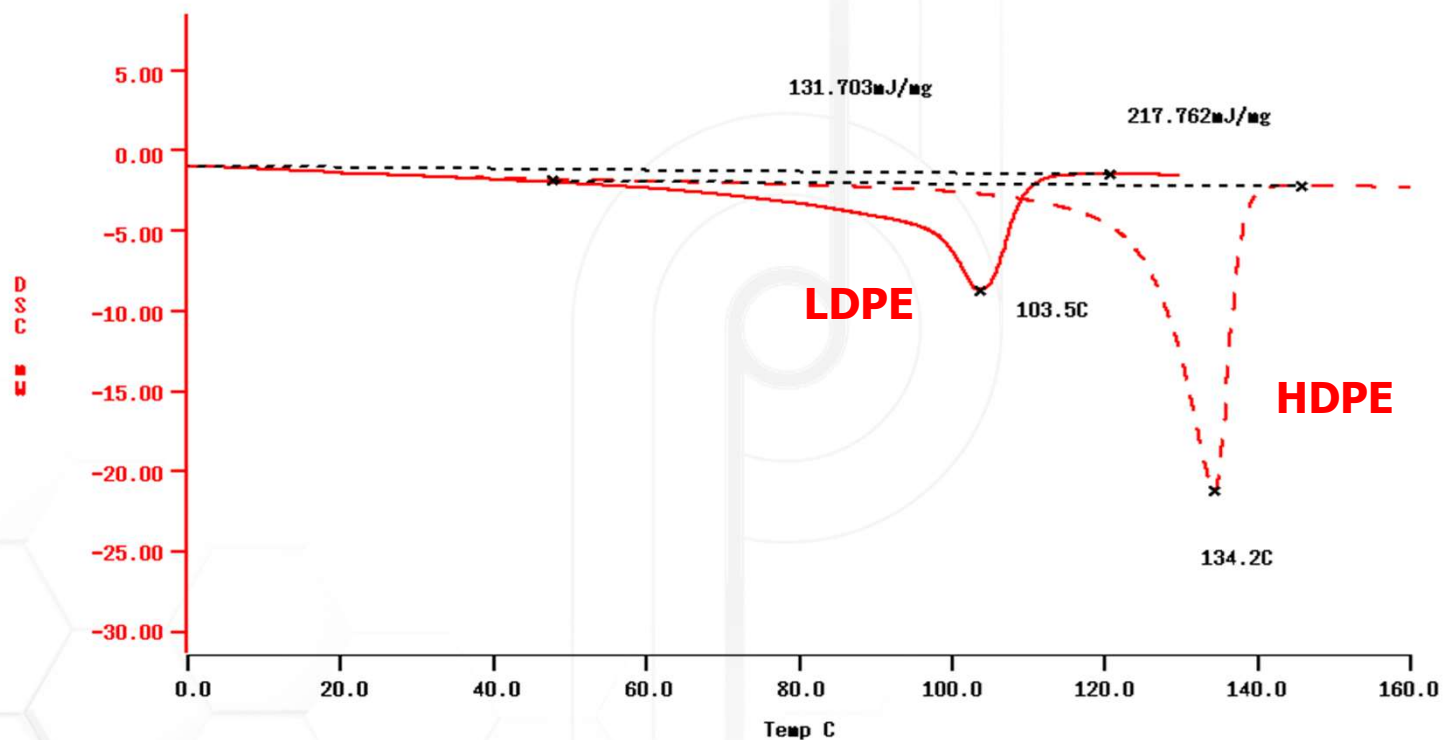


Termická Analýza – Příklady využití pro Li-Ion baterie

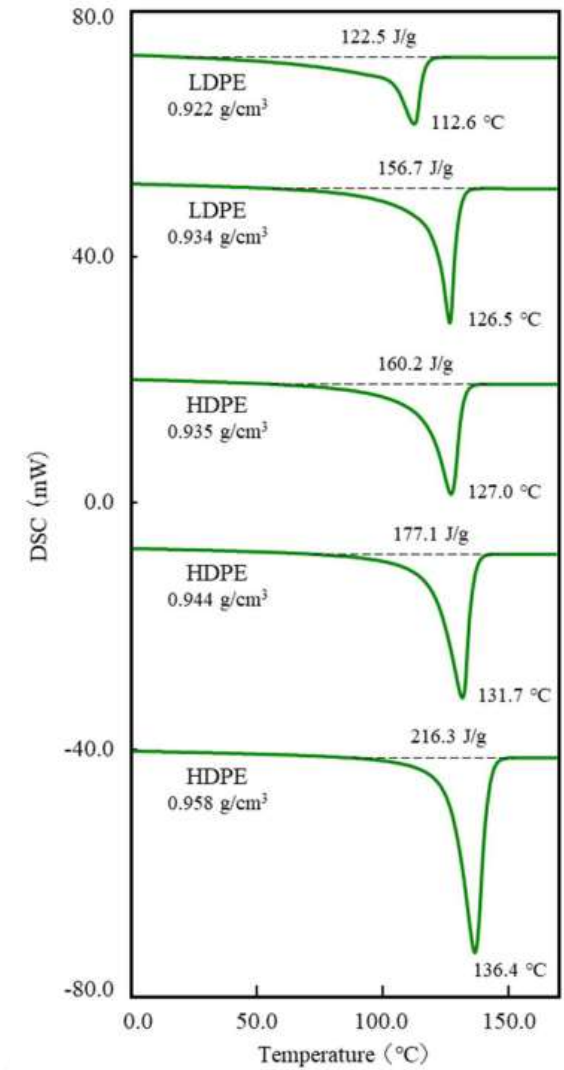
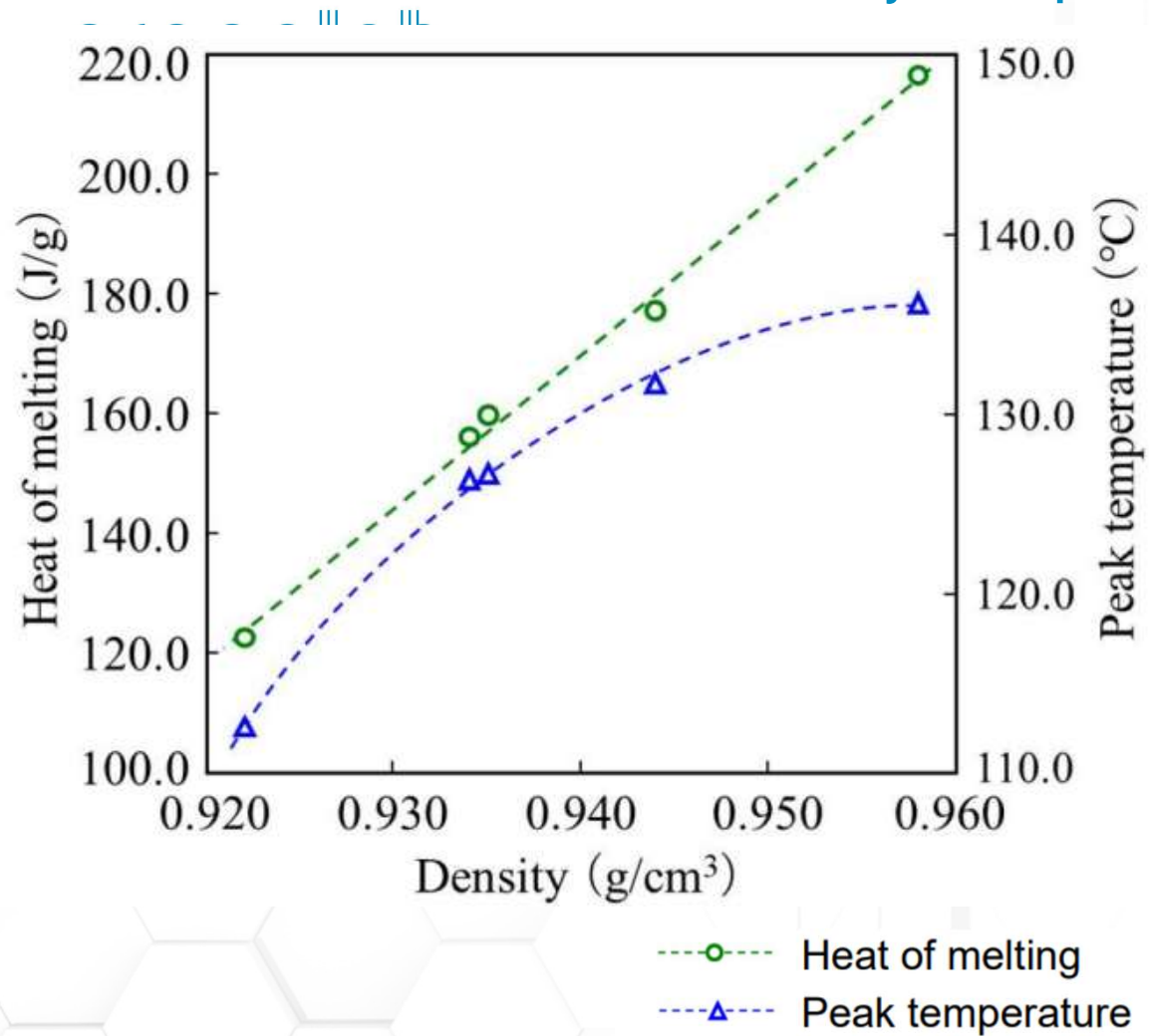


- **Teplotní stabilita** anodového materiálu z hlediska použitých pojiv (grafit + CMC, SBR)
- **Reakční teplo vytvrzování** pojiv a stupeň vytvrzení reaktoplastické složky
- **Predikce teplotní stability** pomocí automaticky generované kinetiky: Teplota použití vs. životnost
- Měření destabilizace elektrolytu vlivem vniku materiálu katody
- Charakterizace materiálu separátoru – **složení a hustota polymeru** (HDPE, LDPE)
- **Teplotní historie** materiálu separátoru a obsah nečistot/ příměsí
- Anisotropie mechanických vlastností separátoru (**orientace řetězců polymeru**)
- **Analýza vstupních surovin** (Li_2CO_3), simulace procesu slinování, transformace v materiálu při tepelném zpracování
- **Obsah recyklátu** v polymerech
- **Studium dekompozice prvků baterie** s řízenou teplotou a plynou atmosférou v návaznosti na chemicky specifickou informaci o složení (FTIR, MS)
- Různá **teplotní roztažnost** prvků baterie
-





Termická Analýza – Aplikace DSC: Hustota a složení separátoru



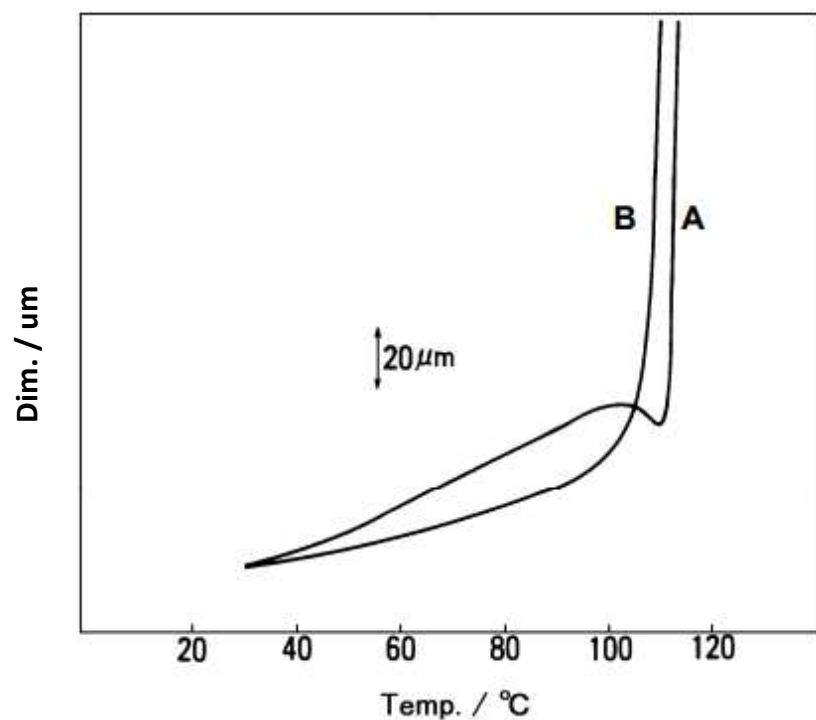
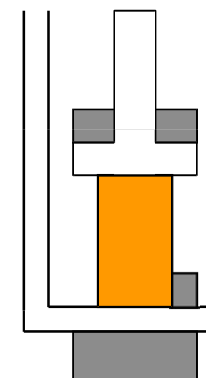
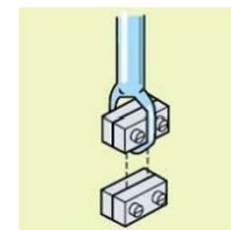


Figure 1 TMA results for the drawing (A) and transverse (B) directions of Polyethylene Film

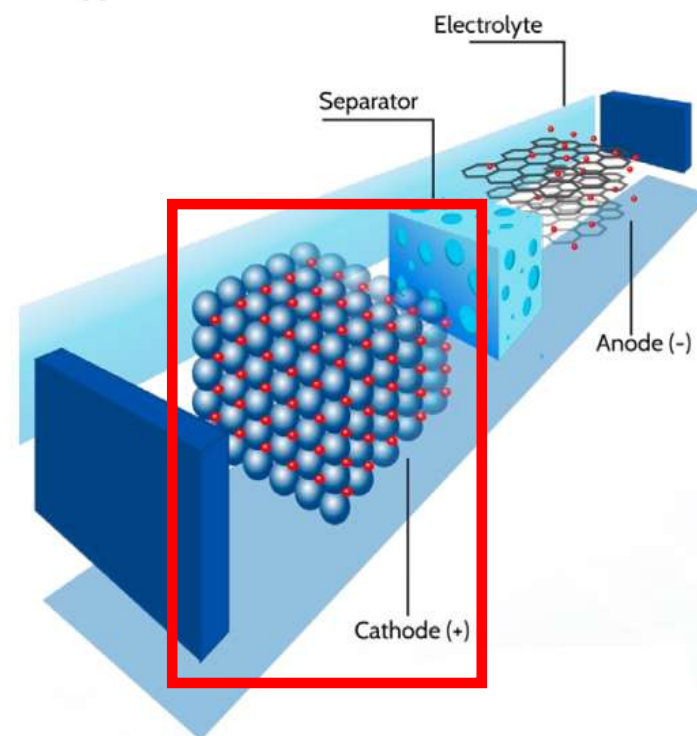
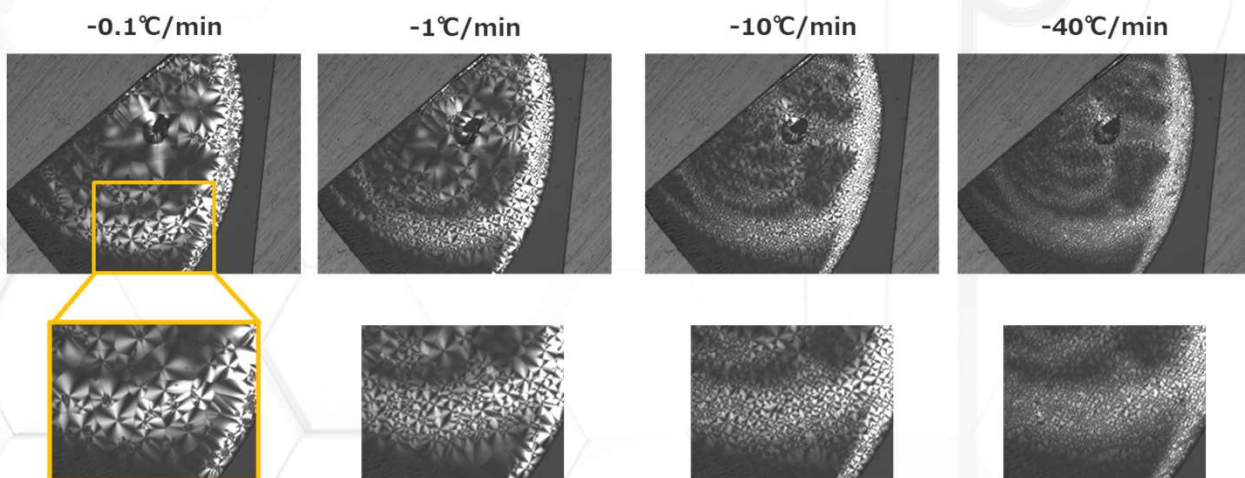
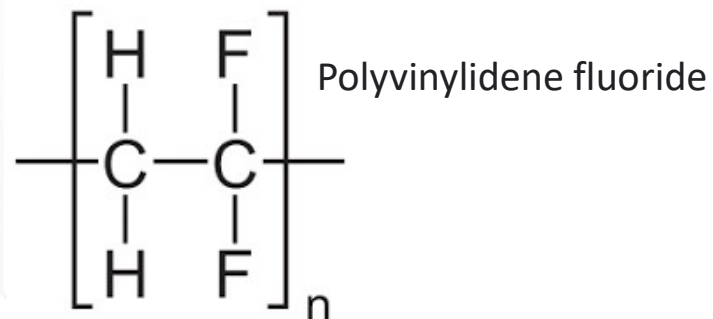
Sample dimensions : $4 \times 10\text{mm}$

Heating rate : $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$

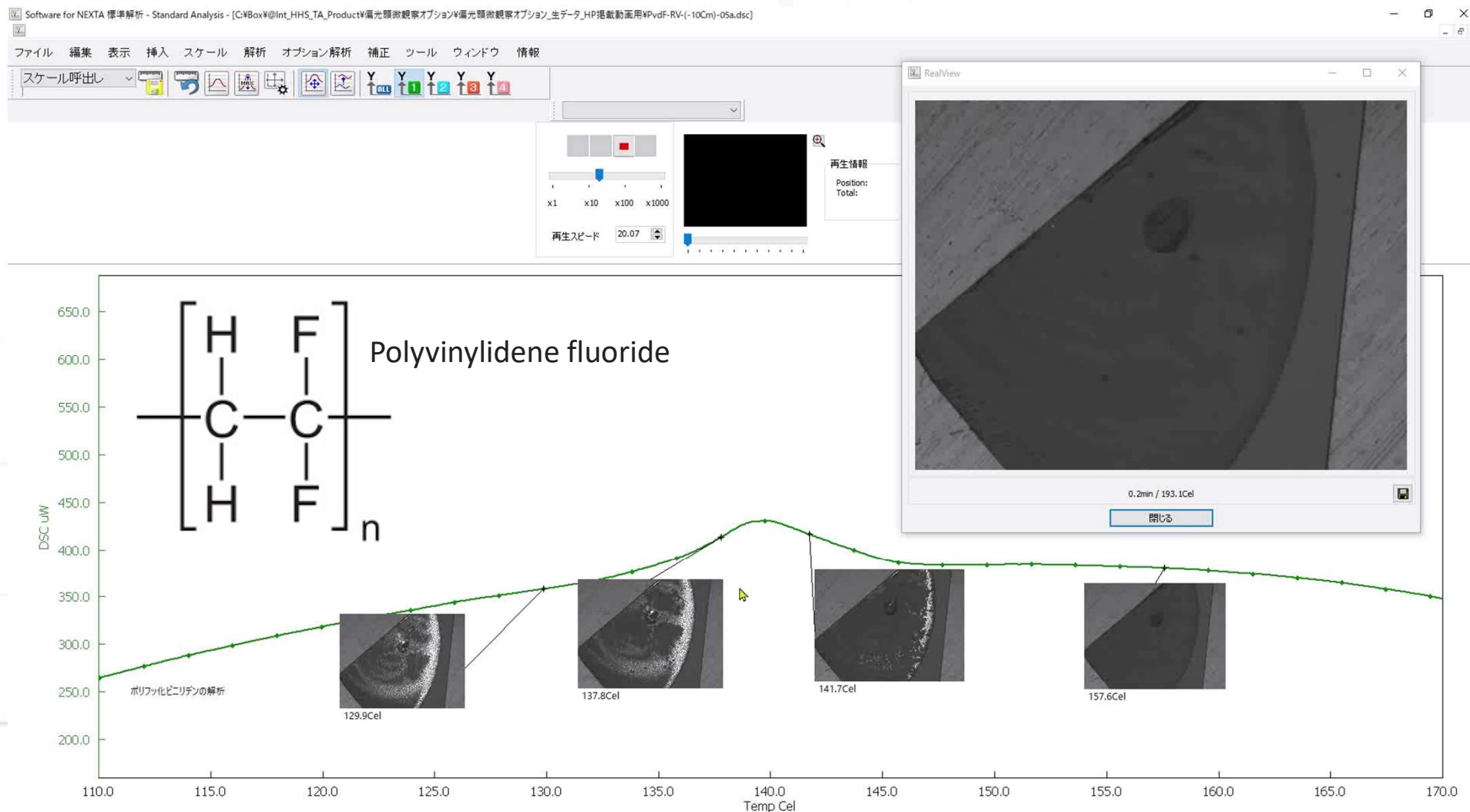
Load : 2g



Tension



Termická Analýza – Aplikace DSC Mikroskop: Katodové pojivo



Děkuji za pozornost

www.pragolab.cz

[linkedin.com/company/pragolab-s-r-o-](https://www.linkedin.com/company/pragolab-s-r-o-)

kolejka@pragolab.cz

