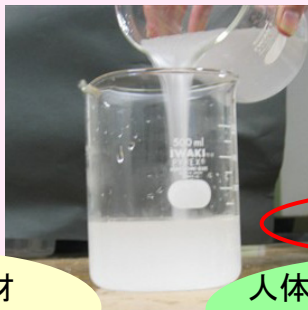


水溶液中の氷の融解潜熱

青山学院大学
浅岡 龍徳

アイススラリーについて

アイススラリー

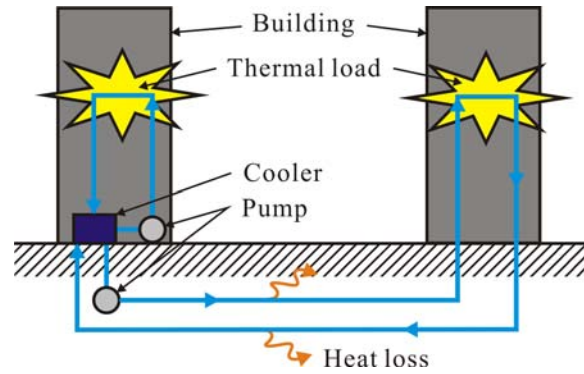


エタノール水溶液

冷媒・蓄熱材
として優れている

人体に無害・環境に優しい
食品冷凍

アイススラリーの応用例



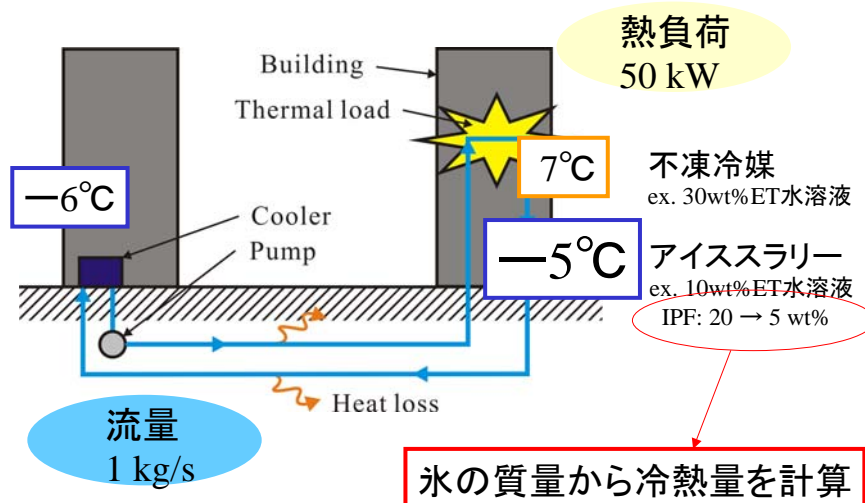
熱負荷により冷媒の温度が上昇

3

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

アイススラリーの応用例



4

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

融解潜熱に関する過去の研究

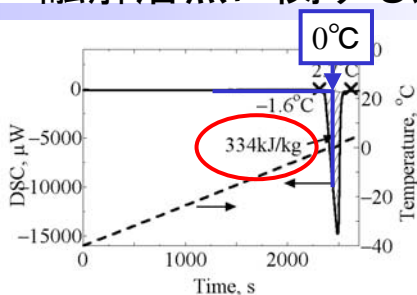


図. 純水のDSC線図

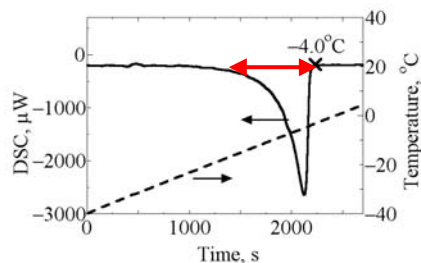


図. 初期濃度10wt%のET水溶液のDSC線図

DSC (Differential Scanning Calorimetry)
示差走査熱量計

DSCを用いた過去の研究

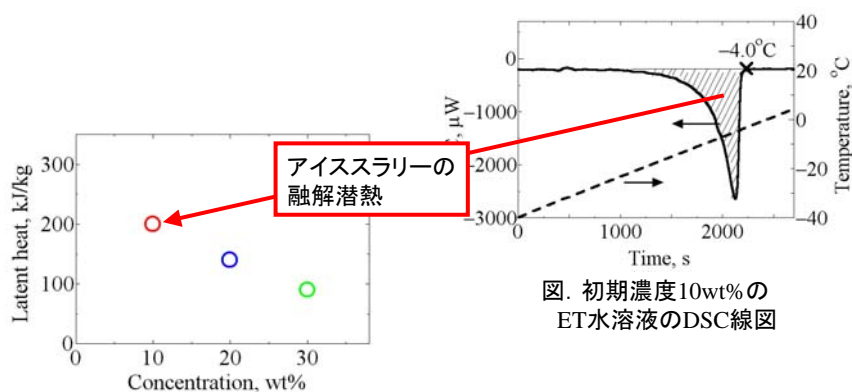
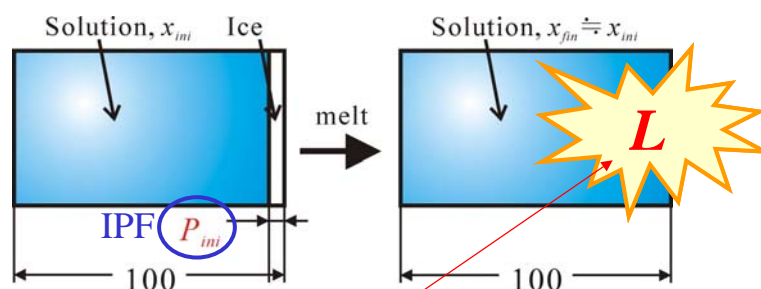


図. 初期濃度10wt%のET水溶液のDSC線図

図. 水溶液の濃度と融解潜熱の関係

水溶液中の氷の融解潜熱の定義



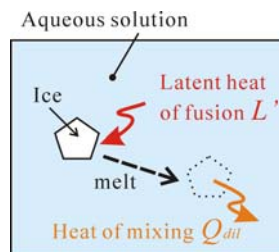
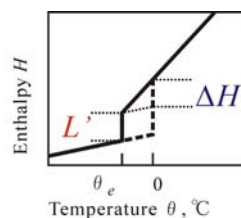
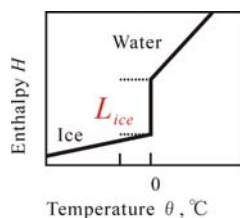
氷の単位質量あたり

7

計算による算出

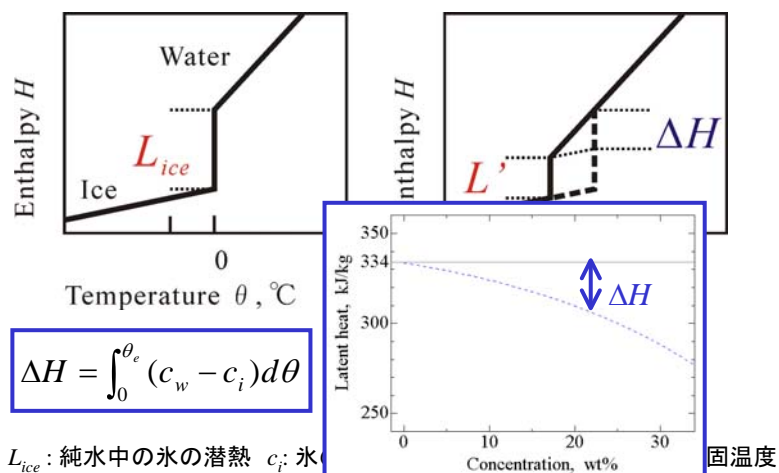
凝固点降下に伴う固液間の
エンタルピー差の変化

希釈熱



8

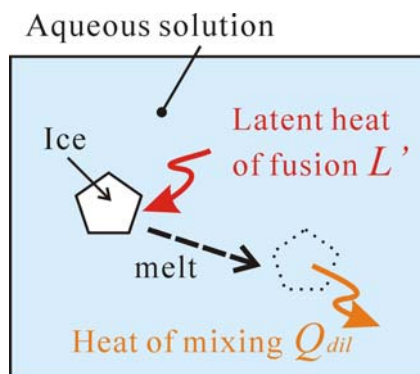
固液間のエンタルピー差の変化



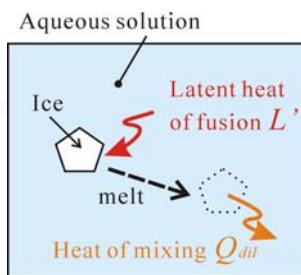
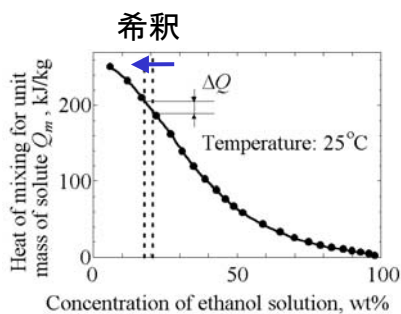
$$\Delta H = \int_0^{\theta_c} (c_w - c_i) d\theta$$

L_{ice} : 純水中の氷の潜熱 c_i : 氷

希釈熱



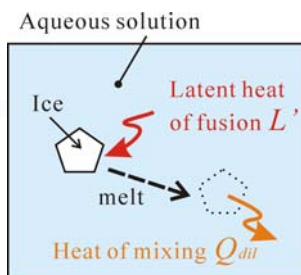
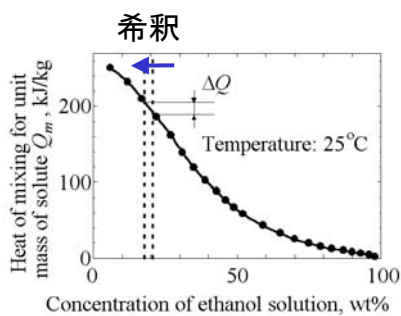
希釈熱



$$Q_{dil} = \frac{\Delta Q x}{P_{ini}}$$

Q_{dil} : 希釈熱の影響
 x : 水溶液濃度
 P_{ini} : IPFの変化量

希釈熱

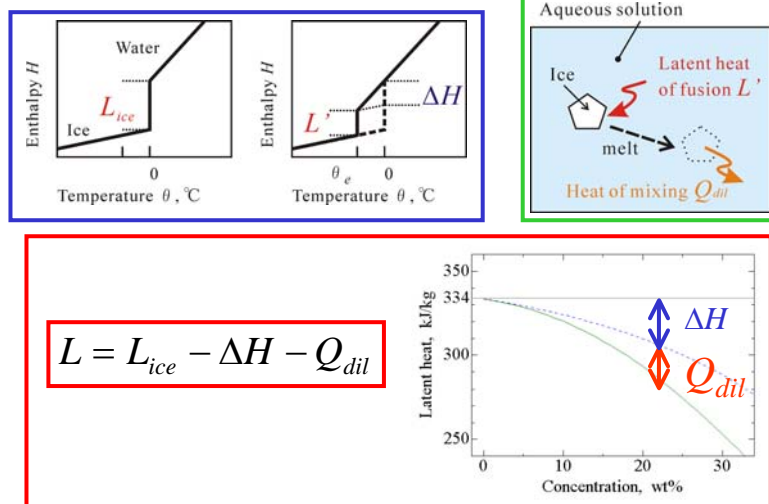


$$Q_{dil} = \lim_{P_{ini} \rightarrow 0} \frac{x}{P_{ini}} \left[f\left(\frac{100 - P_{ini}}{100} x\right) - f(x) \right]$$

$$= -\frac{x^2}{100} f'(x)$$

Q_{dil} : 希釈熱の影響
 x : 水溶液濃度
 P_{ini} : IPFの変化量

氷の融解潜熱の定式化



13

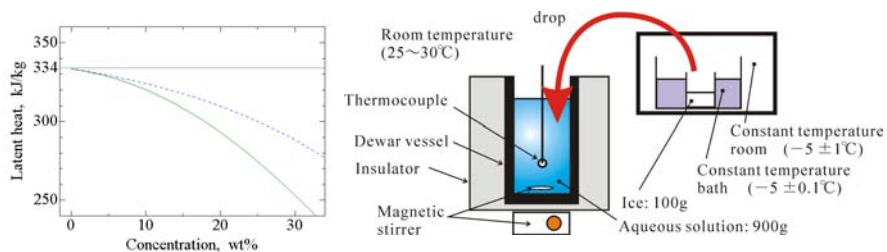
日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

実験値との比較

計算

実験

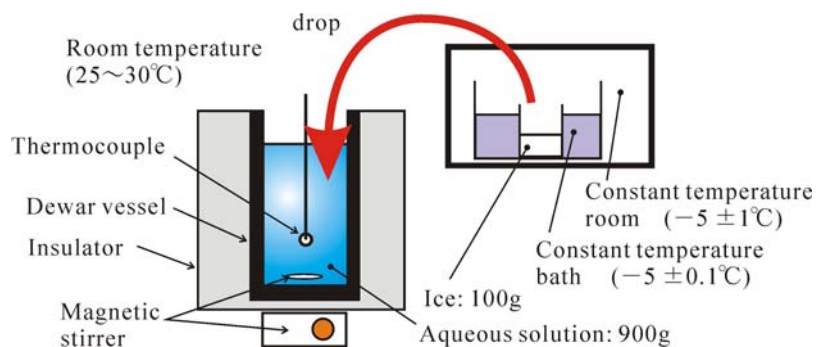


14

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

氷の投入実験

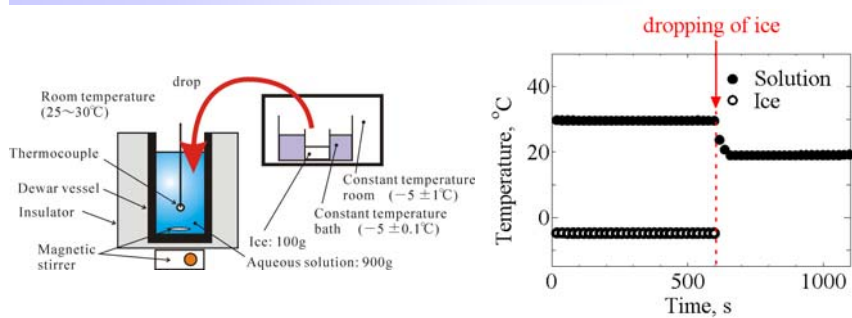


15

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

エネルギーバランスの式

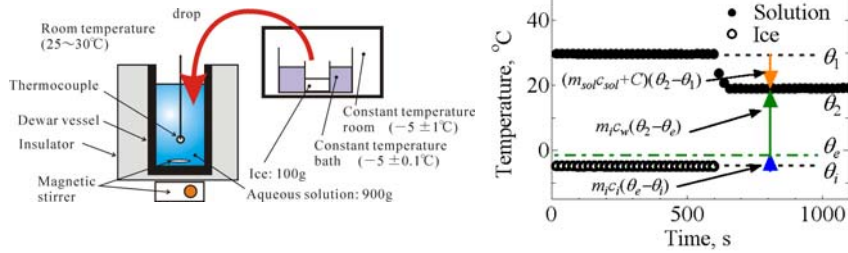


16

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

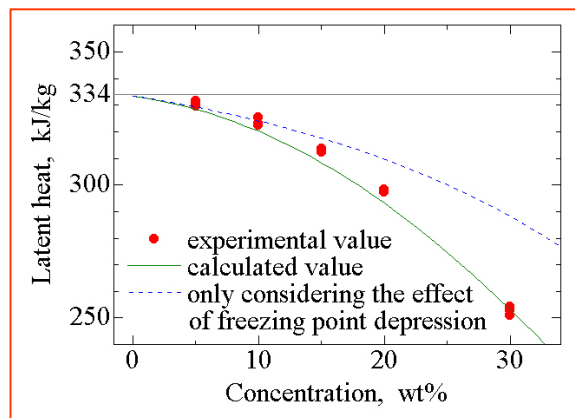
エネルギーバランスの式



$$m_i L + m_i c_i (\theta_e - \theta_i) + m_i c_w (\theta_2 - \theta_e) + (m_{sol} c_{sol} + C) (\theta_2 - \theta_1) = 0$$

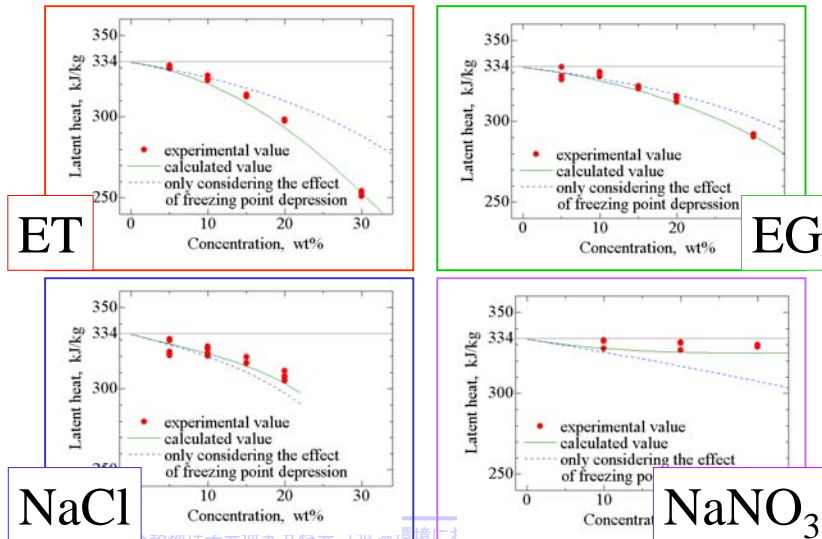
L : 氷の潜熱 m : 質量 c : 比熱 θ : 温度 C : 装置の熱容量
 i : 氷 w : 水 sol : 水溶液 θ_e : 水溶液の凝固点

結果～氷の投入実験～

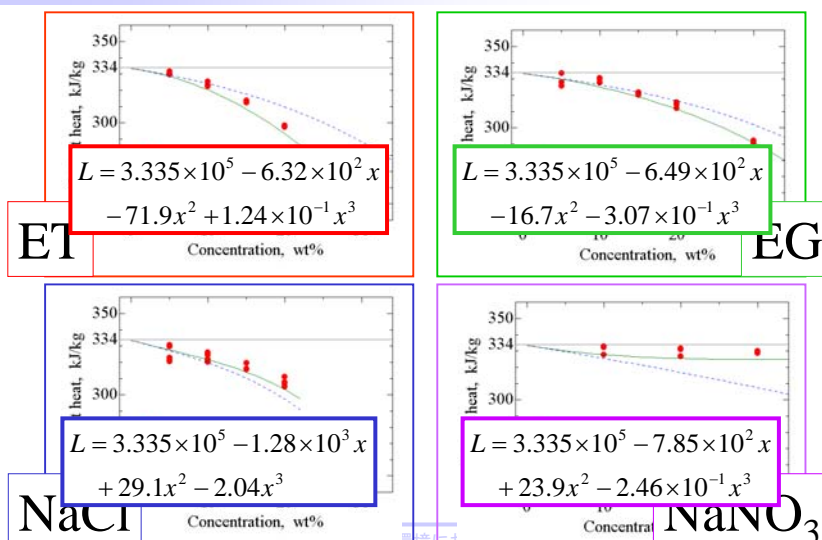


エタノール水溶液中の氷の融解潜熱

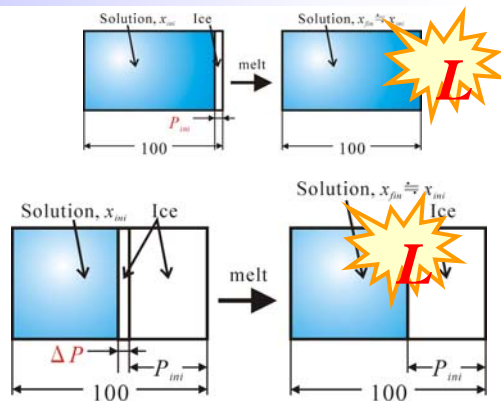
その他の水溶液



その他の水溶液



IPFが大きい場合の融解潜熱



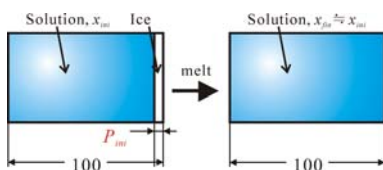
21

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

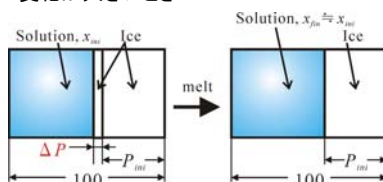
IPFが大きい場合の計算方法

IPF変化が微小なとき



$$L_e = \frac{1}{P_{ini}} \int_0^{P_{ini}} L(x) dP$$

IPF変化が大きいとき



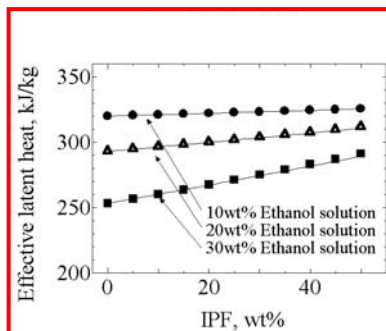
$$x = \frac{(100 - P_{ini})x_{ini}}{100 - P}$$

22

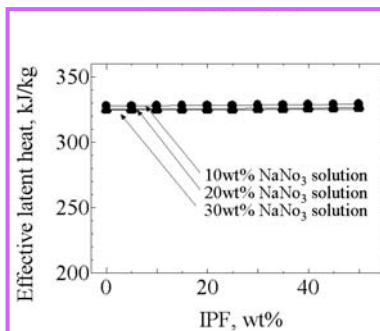
日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

IPFの影響



ET



NaNO₃

23

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5

まとめ

1. **氷の質量** ↔ **発生する熱量**
水溶液中の氷の融解潜熱
2. 融解量が微小な条件について**定式化**
融解量が大きい条件も網羅

現在の取り組み

温度の影響について検討

24

日本熱物性学会研究分科会「低温環境における熱物性の基礎と応用」

2008/9/5