

尿素水溶液の凝固点

2006年8月28日

「水の冷却曲線と過冷却」の実験 (chem060828a.pdf) と同様にして、Vernier Temperature Probe を用いて、2.0mol/kg の尿素水溶液の冷却曲線を計測により描いた。室温 25.1 °C で実験を行い、Logger Pro を用いて、グラフを解析した結果、Fig.1 が得られた。

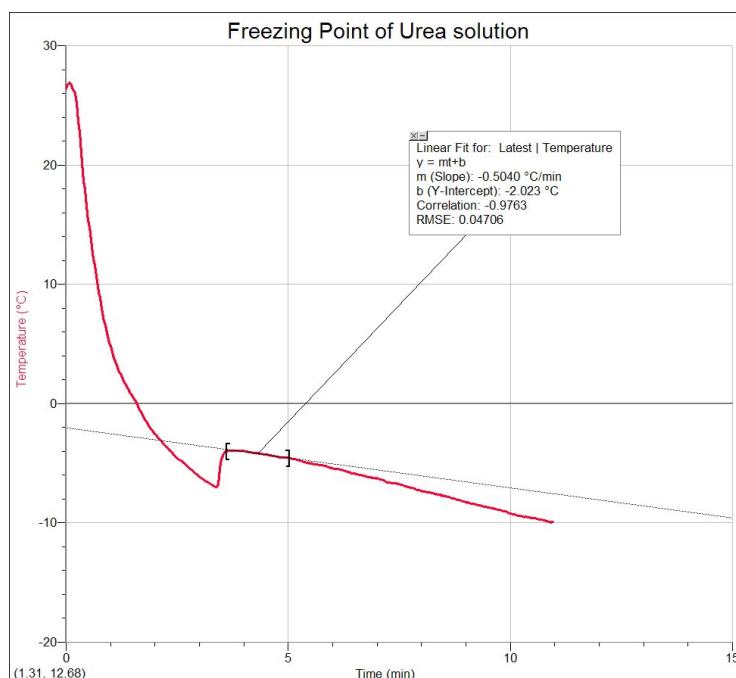


Fig. 1: 2.0mol/kg 尿素水溶液の冷却曲線

過冷却現象の後、固体と液体が共存する (と思われる) 直線部分を選択し、この直線の回帰直線を描いた。回帰直線の方程式はグラフ中に表示されているが、

$$y = -0.504t - 2.023$$

となった。ここで、 y は t 秒後の摂氏温度である。この直線を外挿し、冷却曲線と交わる点の温度が、尿素溶液の凝固点である。直線を外挿し、冷却曲線と交わる点は、Logger Pro で容易に求めることができ、その温度は -3.088 °C であった。

非電解質の希薄溶液の凝固点降下度 ΔT は

$$\Delta T = k_f m$$

という関係が成り立つ。ここで、 m は質量モル濃度で、 k_f は溶媒のモル凝固点降下で、水の場合 $k_f = 1.86$ K·kg/mol である。従って、2.0mol/kg の尿素水溶液の凝固点は、この式からは -3.92 °C となる訳であるが、2.0mol/kg の尿素水溶液は希薄溶液とは言えないので、関係則から外れるのは当然のことと思われる。

それでも、不揮発性物質を溶かした水溶液の凝固点は純溶媒 (水) のそれよりも低下し、冷却曲線で固体 (氷) と液体 (水) が共存する状態では、純水の場合とは異なり温度は一定ではなく、徐々に温度が低下することが確認でき、凝固する直前の過冷却現象も観測することができる。水溶液の場合、純水と異なり、固体と液体が共存する領域で冷却曲線の温度が低下するのは、冷却により固体の量が増えていくと、水溶液の濃度が大きくなり、凝固点降下度も大きくなる為である。