

20°Cの水と30°Cの水を足すと  
50°Cの水にならないのはなぜか？

北海道小樽桜陽高等学校

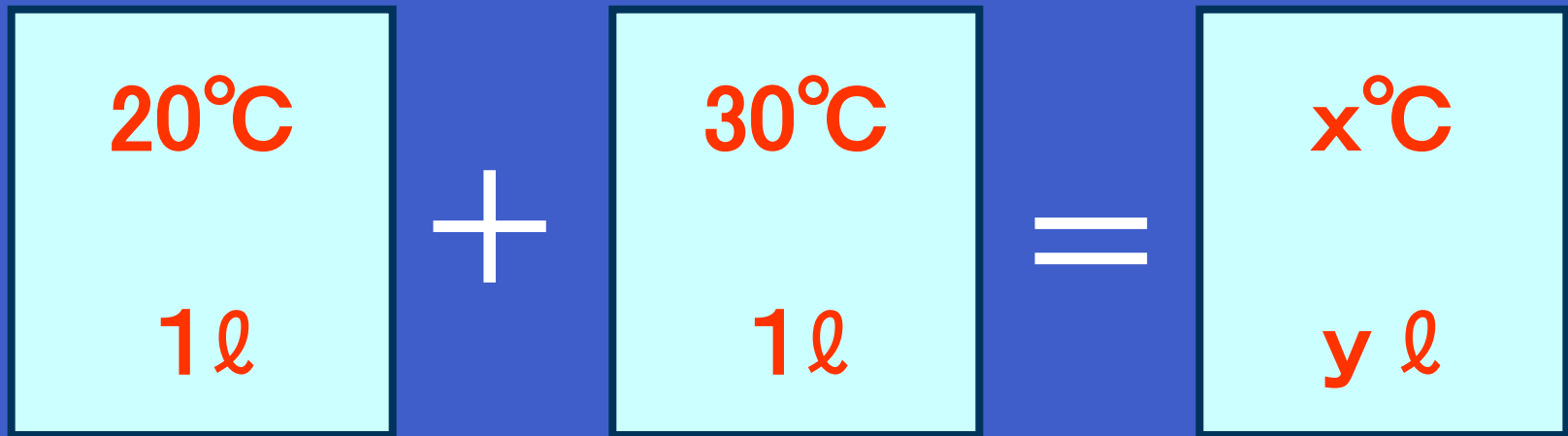
若林理一郎

# 考えるきっかけ

- 1 大学生の頃、「 $20^{\circ}\text{C}$ の水 +  $30^{\circ}\text{C}$ の水」は、「 $50^{\circ}\text{C}$ の水」にならないのは、なぜか考えていたから。
- 2 昨年、たまたま隣席だった数学科のS先生(大学のゼミの大先輩)と雑談をしていたときにこの話をし、ちょっと時間があつたので、物理のW先生に教えてもらいながら公式化してみた。

# まずは問題 !!

Q 20°Cの水1ℓと30°Cの水1ℓを足すと、  
x°Cの水 y ℓになる。 x , y を求めよ。

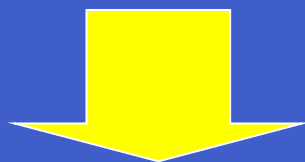
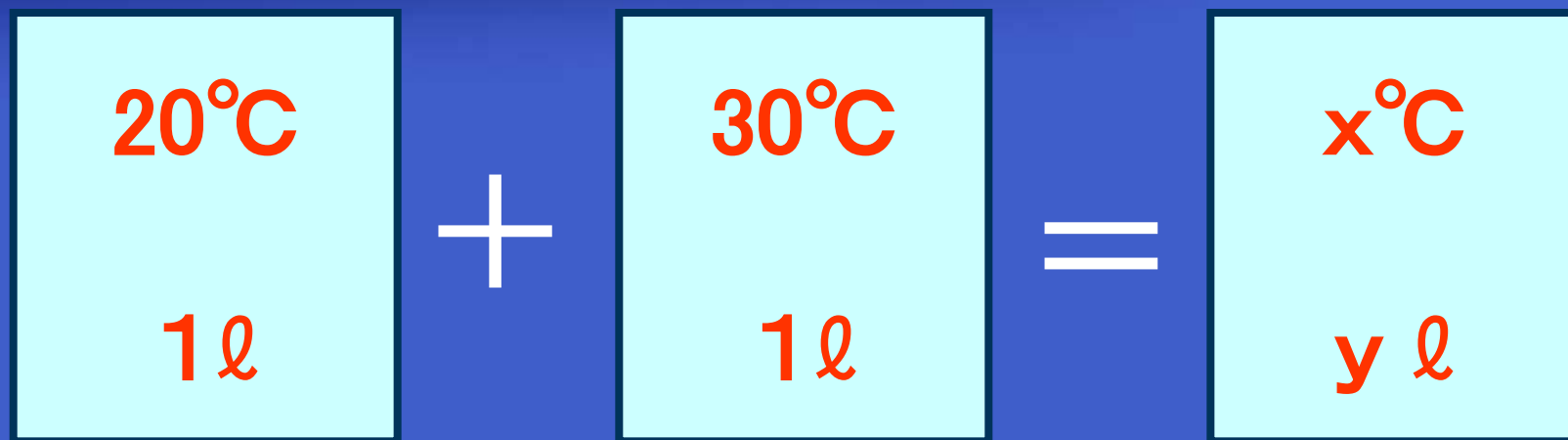


# 考えてみよう!!

$$\begin{array}{|c|} \hline 20^{\circ}\text{C} \\ \hline 1\text{ℓ} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline 30^{\circ}\text{C} \\ \hline 1\text{ℓ} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline x^{\circ}\text{C} \\ \hline y\text{ℓ} \\ \hline \end{array}$$

- ①質量保存の法則により、 $y = 1\text{ℓ} + 1\text{ℓ} = 2\text{ℓ}$
- ②質量が等しいことから、温度は中間になると予想されるので  $x = 25^{\circ}\text{C}$  と直観的には答えられる。

$(20^{\circ}\text{C}) + (30^{\circ}\text{C}) = (25^{\circ}\text{C})$  なのか？



「熱量・比熱・熱容量」の関係から、  
示すことができる。

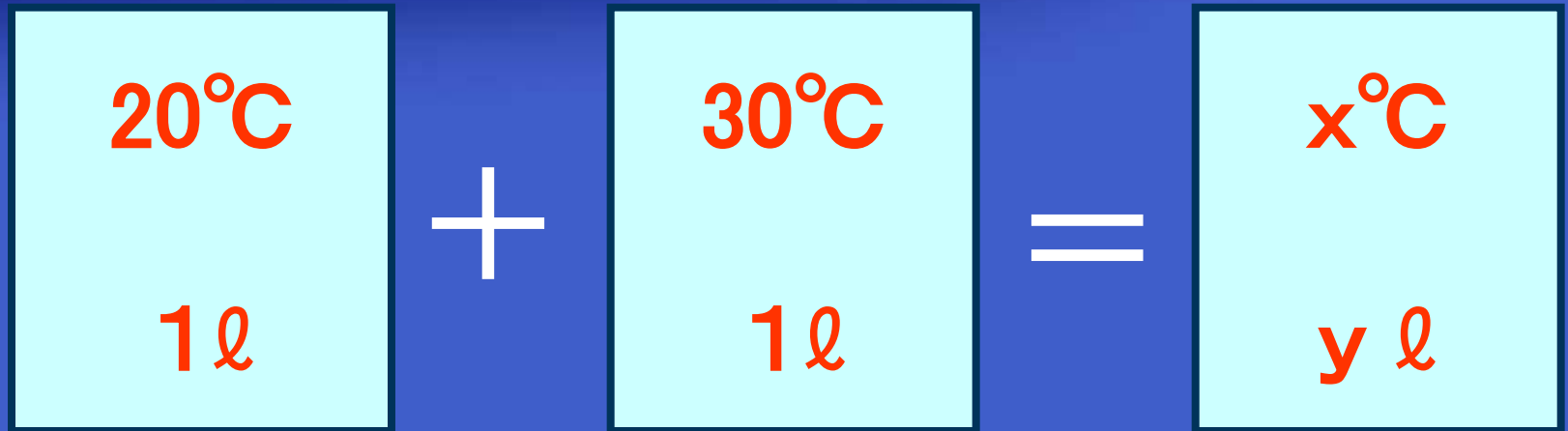
# 熱量・比熱・熱容量の関係

比熱 $c$  [cal/g·k]、質量 $m$  [g]で、  
物体の温度を $t$  [k]だけ変化させるのに  
必要な(失う)熱量 $Q$  [cal/k]は、

$$Q = mct$$

である。

# 熱量保存の法則



比熱及び質量は等しく、  
Aが得る熱量とBが失う熱量Qは  
熱量保存の法則により等しいので、

$$x - 20 = 30 - x \quad \therefore x = 25$$

従って、AとBを混ぜると25°Cになる。

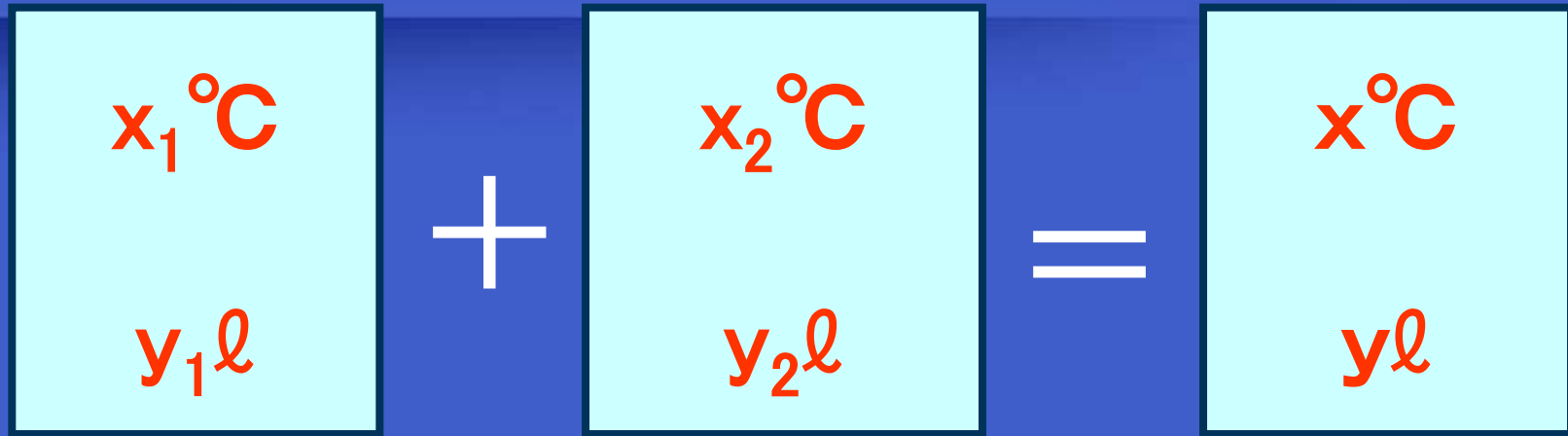
# 一般化への道

Q  $x_1^\circ\text{C}$  の水  $y_1\text{ l}$  と  $x_2^\circ\text{C}$  の水  $y_2\text{ l}$  を足すと、 $x^\circ\text{C}$  の水になる。  $x$  を求めよ。

$$\begin{array}{|c|} \hline x_1^\circ\text{C} \\ \hline y_1\text{ l} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline x_2^\circ\text{C} \\ \hline y_2\text{ l} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline x^\circ\text{C} \\ \hline y\text{ l} \\ \hline \end{array}$$



# 関係を調べると...



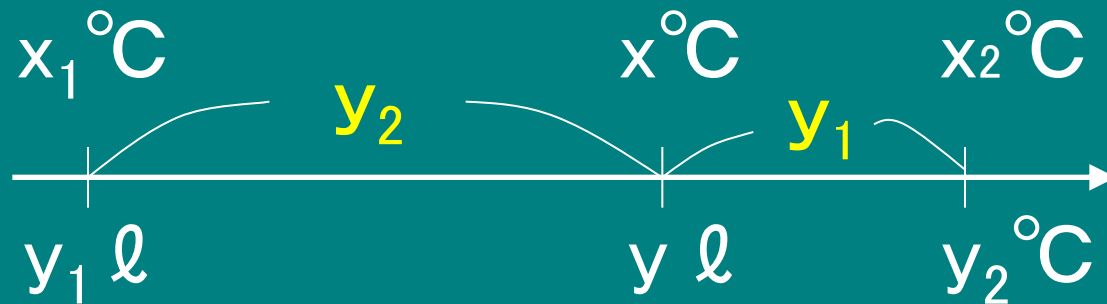
熱量保存の法則により

$$(x - x_1)y_1 = (x_2 - x)y_2$$

$$\therefore x = \frac{x_1y_1 + x_2y_2}{y_1 + y_2}$$

# 温度の図示化

Q 先の結果を数直線で図示すると？



→  $x$ は、線分 $x_1x_2$ を質量比( $y_2:y_1$ )によって内分する点の座標になっている。

$$x = \frac{x_1 y_1 + x_2 y_2}{y_1 + y_2}$$

# ベクトルの演算として

Q 先の結果を演算として定義すると？

$x_1, x_2 \in (\text{温度})$  で  $y_1, y_2 \in (\text{質量})$  とする。  
 $\vec{a} = (x_1, y_1)$ ,  $\vec{b} = (x_2, y_2)$  とするとき、

$$\vec{a} \oplus \vec{b} = \frac{x_1 y_1 + x_2 y_2}{y_1 + y_2}$$

として、(温度, 質量)の加法を定義すると良い。

# 参考ホームページ

岡野研究室(日本大学理工学部機械工学科)

<http://www.mech.cst.nihon-u.ac.jp/studies/okano/studies/phys/buturi7.2.html>

天才児ネット

<http://www.tensaiji.net/>