

円形の跳水現象の半径とその発生面の濡れ性との関係

兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部物理班 円形跳水チーム

動機・目的

蛇口から水を流すとシンクに右の写りのような水の円が発生する



△図1 円形の跳水現象

予備実験

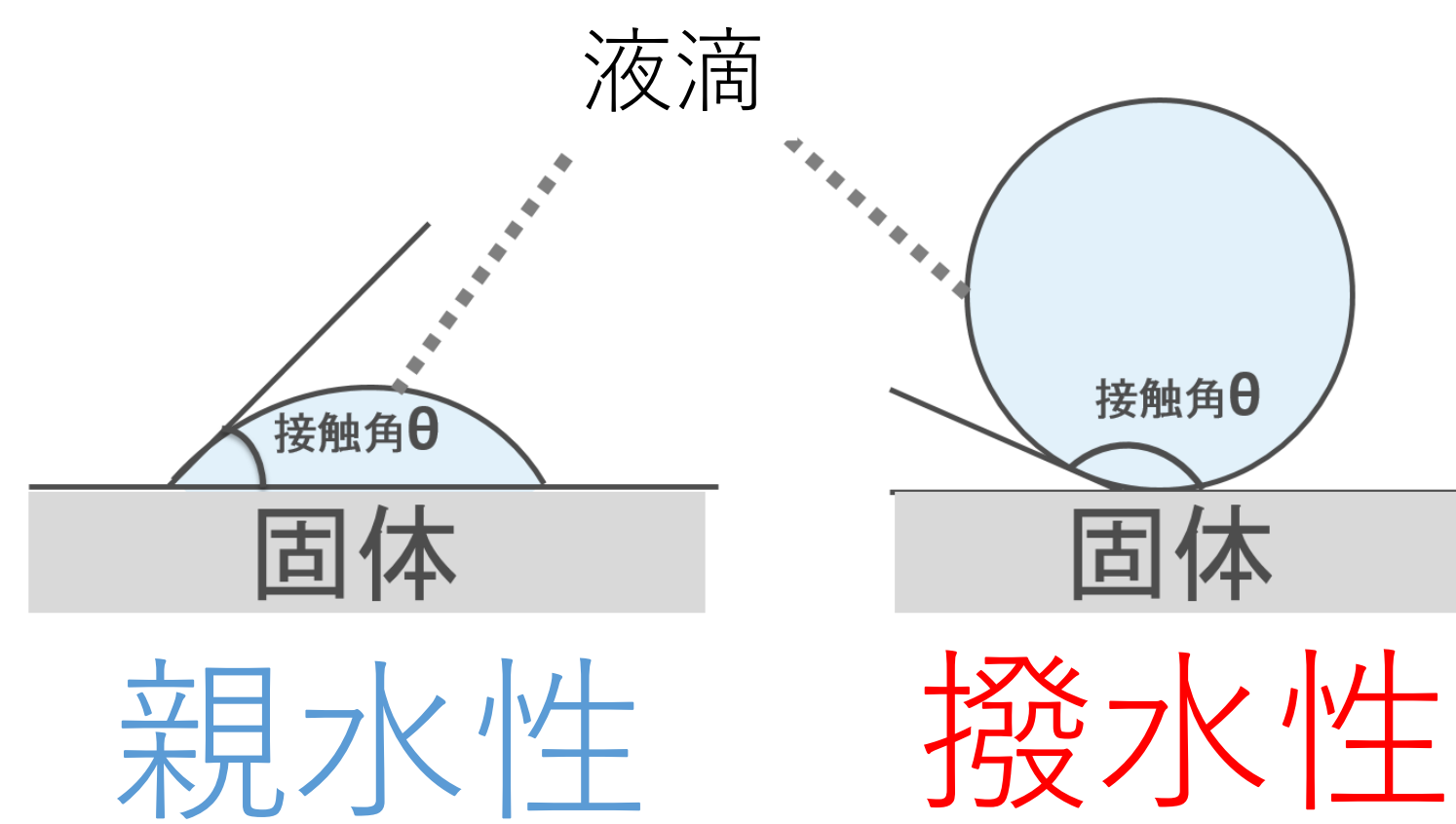
水が広がる面の素材を変えると円の半径の大きさが変化した

→ 素材が濡れにくいほど水の円の半径が小さくなるのではないかと

キーワード

接触角

固体面と液体面のなす角度
接触角が90度未満の面を親水性、90度より大きくなる面を撥水性という



跳水

速い流れから遅い流れに変化する際に生じる、激しい渦運動を伴うエネルギー損失現象

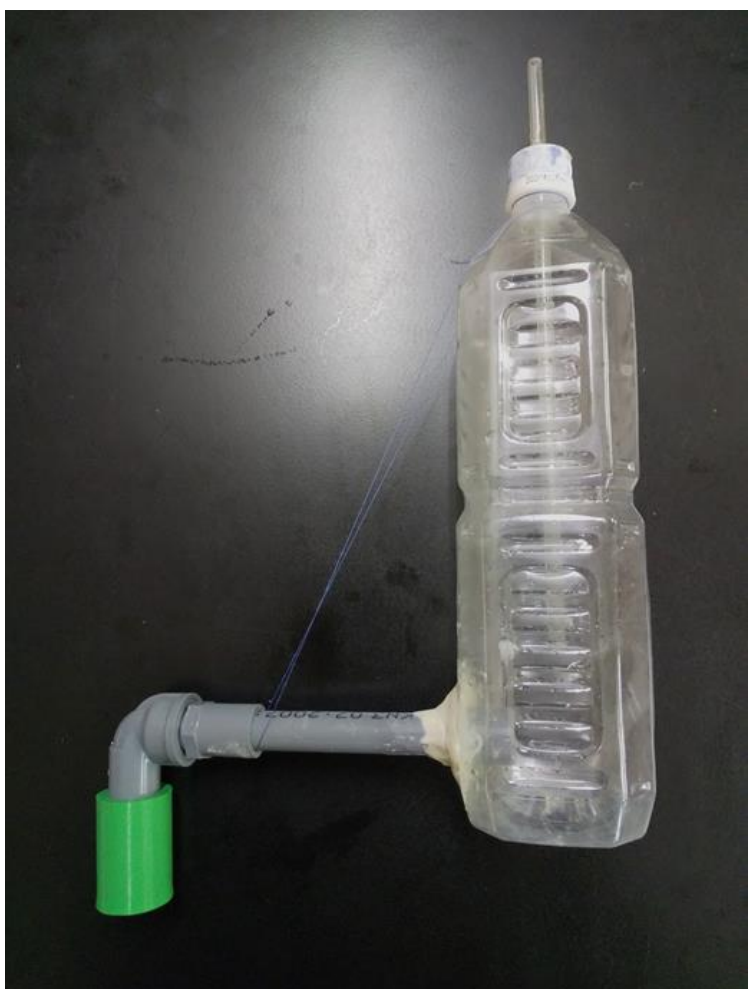
図1のような円形の跳水現象を「円形跳水」その発生面を「円形跳水発生面」と呼称する

実験装置

円形跳水の半径を正確に把握するには出てくる水圧と水量が一定である実験装置が必要

マリオット瓶

水面と横穴の高さにかかわらず一定の水圧で水が出るようになっている
水圧は横穴と、ペットボトルキャップから通した管の下側との差によって決まる



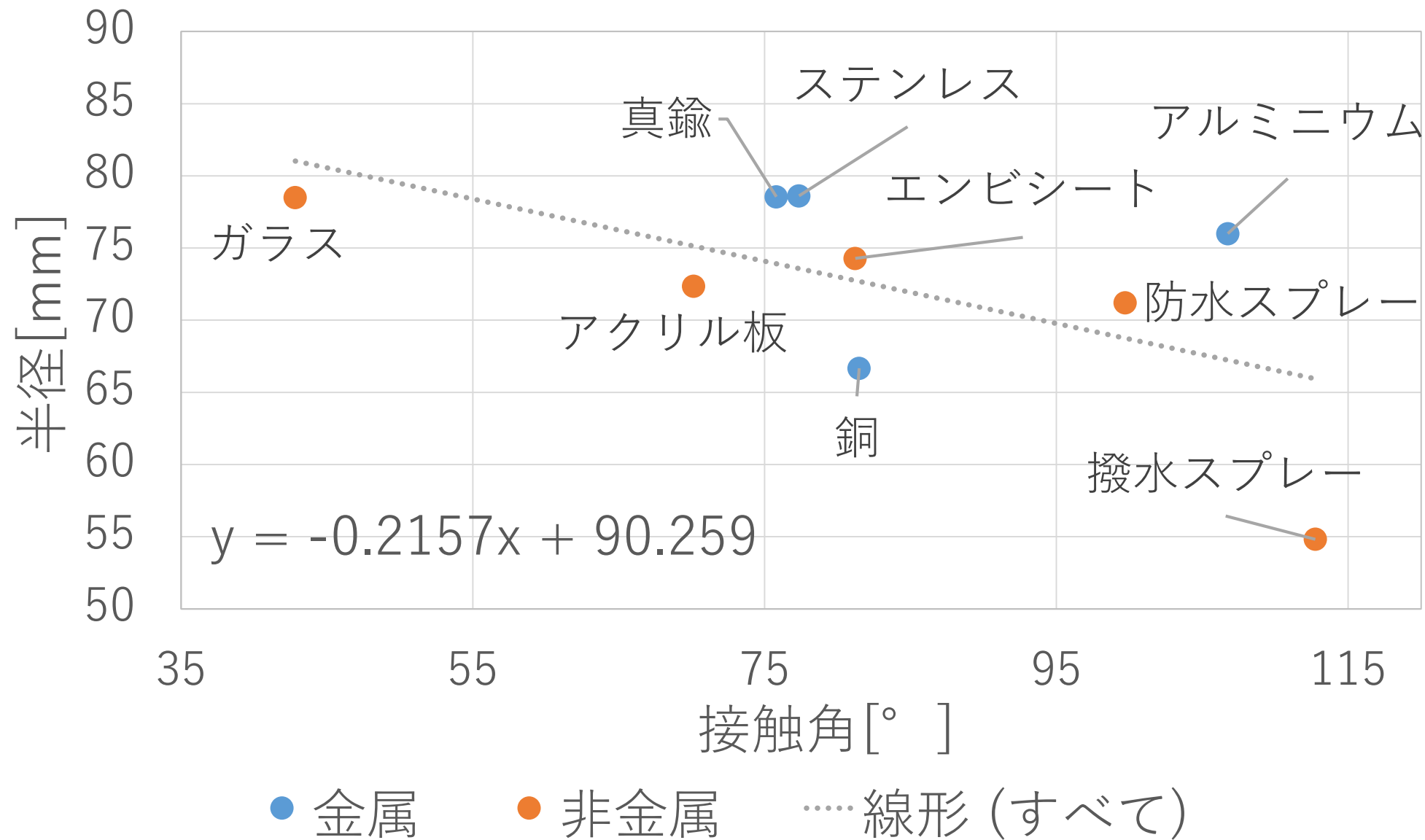
△図2 本研究で作成したマリオット瓶

実験I 円形跳水の半径と円形跳水発生面の濡れ性との関係

仮説

円形跳水は発生面の濡れ性に関係するのではないかと

▽グラフ1 接触角と円形跳水の半径



濡れ性と円形跳水の半径との相関係数

-0.65

→ 負の相関がみられた

金属は非金属に比べ半径が大きい傾向にある

相関係数

金属のみ **-0.0379**

銅以外の金属 **-0.998**

非金属のみ **-0.825**

→ 銅を除けば非常に強い負の相関がみられる

銅が外れ値となったのは実験前に誤って実験に水を落としたことが原因ではないかと
→ 実験2において検証する

まとめ

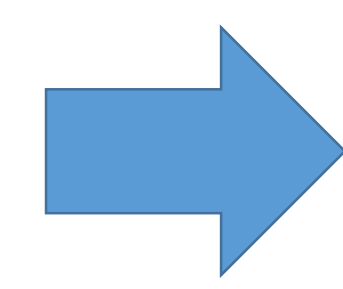
濡れ性が大きい物ほど半径が大きくなる

- 濡れ性と円形跳水の半径の間に**負の相関**があった
- 摩擦力の差や実験時の金属表面の接触角の変化などが円形跳水の半径に影響を与える可能性がある
- 水温と円形跳水の半径の間に**正の相関**があった

実験II 金属板における実験I前後の接触角の変化

仮説

金属表面に微量の液滴が付着することにより金属の接触角は小さくなる



金属表面に水が付着することで接触角計測時よりも濡れ性が大きくなったのではないかと

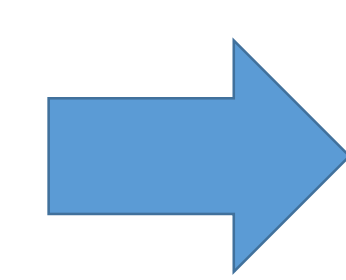
	実験前[°]	実験後[°]
真鍮	75.8	77.4
ステンレス	77.3	75.5
銅	81.5	80.8
アルミニウム	107	66.7

アルミニウム以外では大きな差がみられない

→ 仮説は正しいといえない

△表1 実験前後の金属の接触角の変化

金属板は表面の凹凸が小さい傾向にある

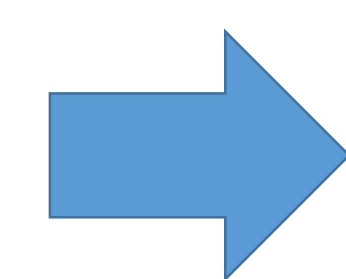


摩擦係数が非金属の板に比べて小さくなり円形跳水の半径が大きくなったのではないかと

実験III 水温と円形跳水の半径との関係

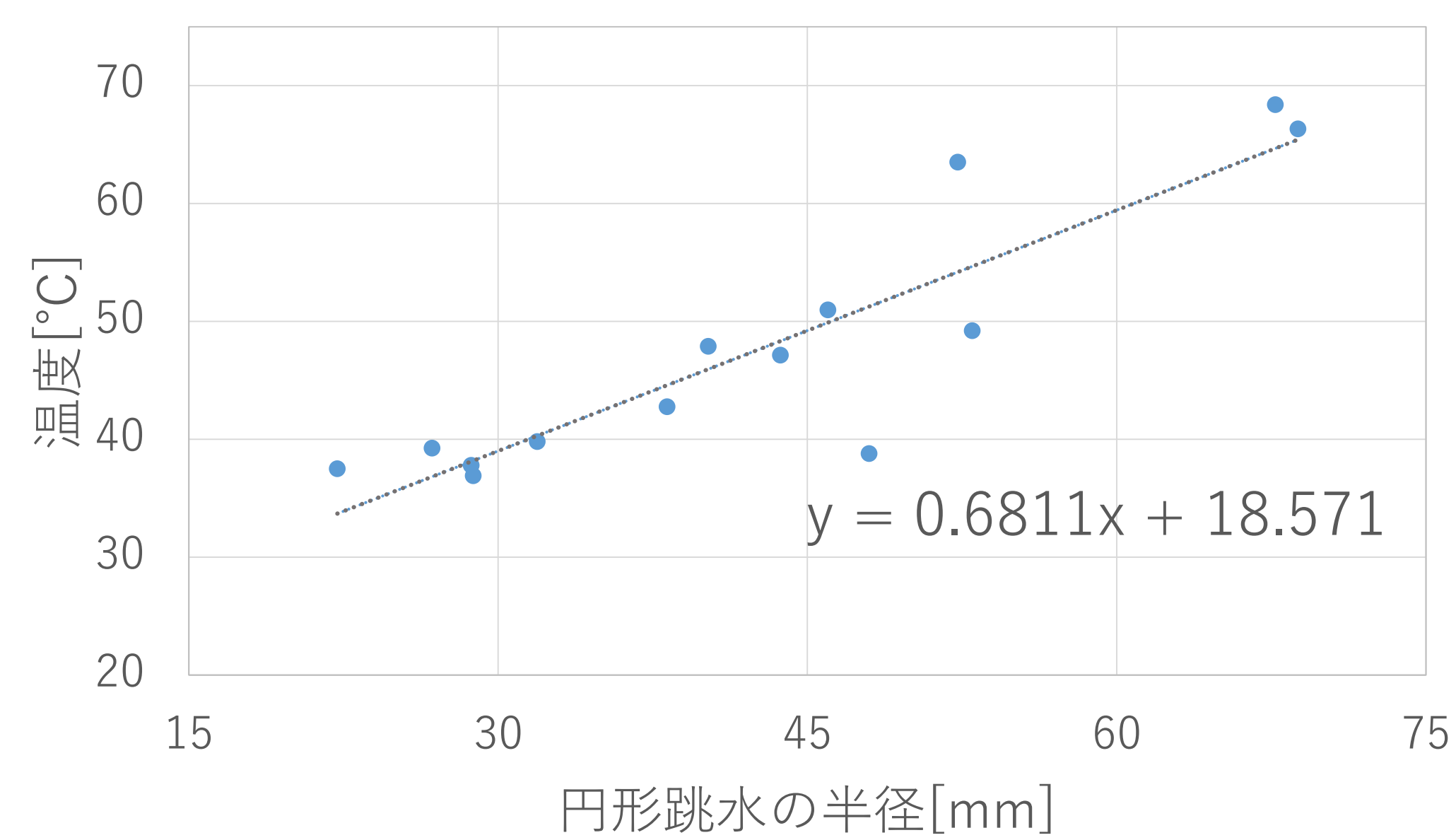
仮説

表面張力は温度の上昇とともに小さくなる水温の変化により、濡れ性が大きくなる



水温が上昇すると円形跳水の半径が大きくなるのではないかと

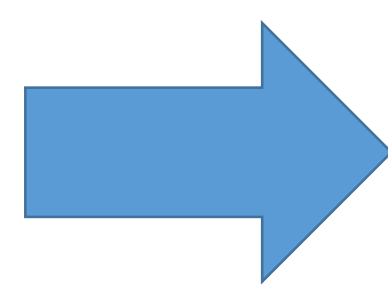
▽グラフ2 円形跳水の半径の大きさと温度変化



濡れ性と円形跳水の半径との相関係数

0.89

→ 強い正の相関がみられた



円形跳水発生面の濡れ性が大きいものほど円形跳水の半径が大きくなる

今後の展望

- 実験1で銅が外れ値となった理由の解明
- 実験2でアルミニウムの接触角が大きく変化した理由の解明
- 実験1における摩擦力を考慮した実験
- 水の運動エネルギーの損失と円形跳水の半径との関係の数値的な面からの解析
- 物理的加工等を活用した水たたきなどの工業的利用への応用

参考文献

1. 前野晶弘, 図解 やさしくわかる界面科学入門, 日刊工業新聞社, 2014.
2. 西. 國澤正和, 絵とき 水理学 (改訂3版), オーム社, 2014.
3. 村川享男, “機能化表面技術の立場から見た金属表面と水,” 1978年 25 巻 6 号 p. 258-262.
4. B. N. V. a. L. D. V. N. B. Vargaftik, “International Tables of the Surface Tension of Water,” Journal of Physical and Chemical Reference Data, Moscow, U.S.S.R., 2009.