

水のWakka

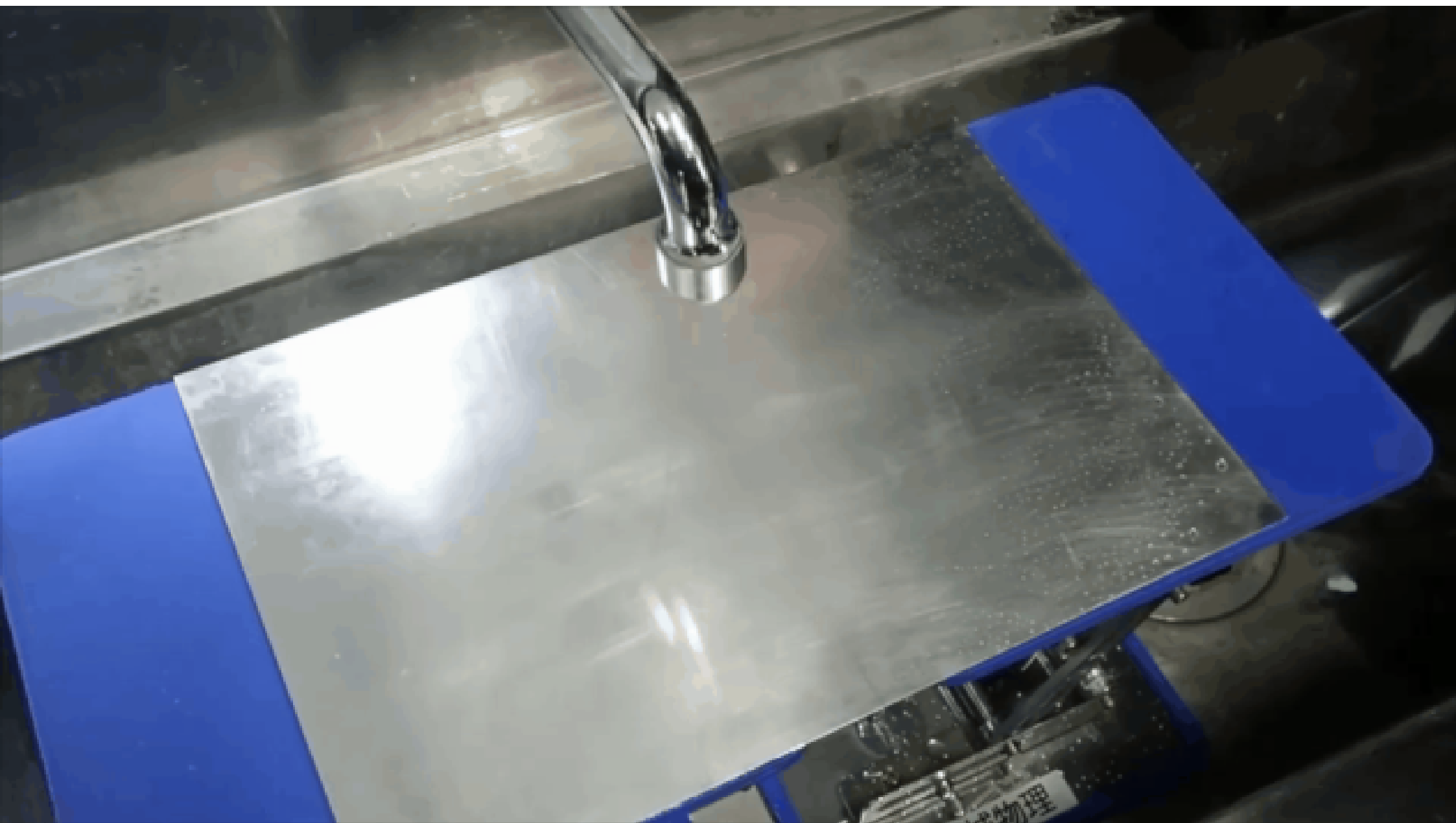
～think in the sink～

岡山県立倉敷天城高等学校

浦田櫂利 伊藤永一郎

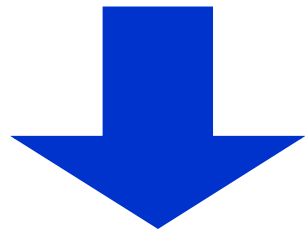
岩本典久 植村太一



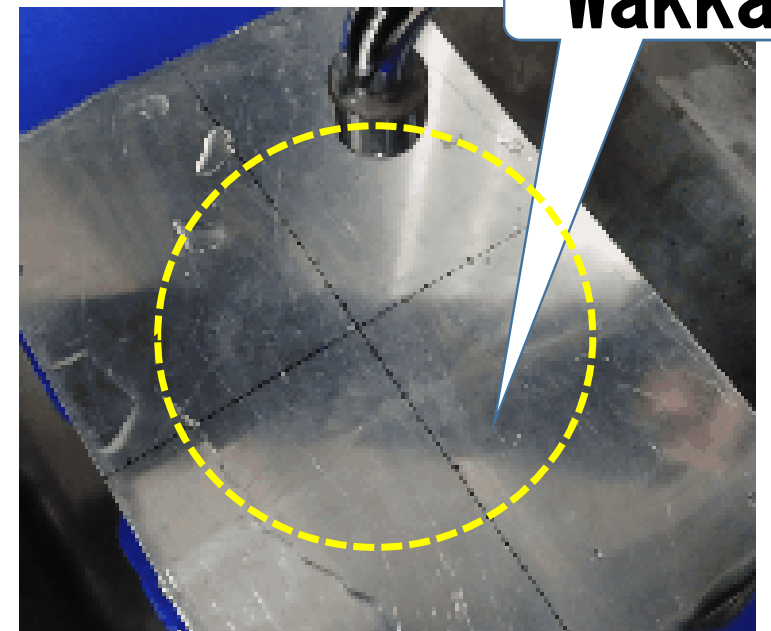
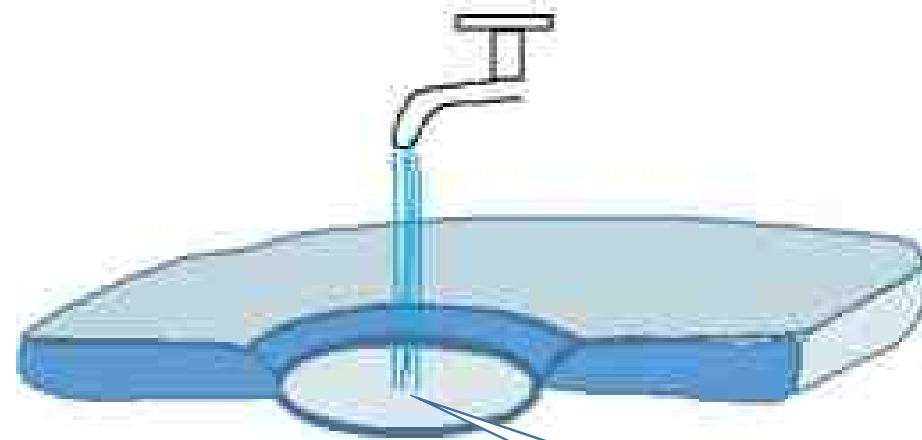


1. はじめに

蛇口から水を流すと
シンクでは円形に
段差が形成される



輪を Wakka と名付けた



Wakka

2. 研究概要

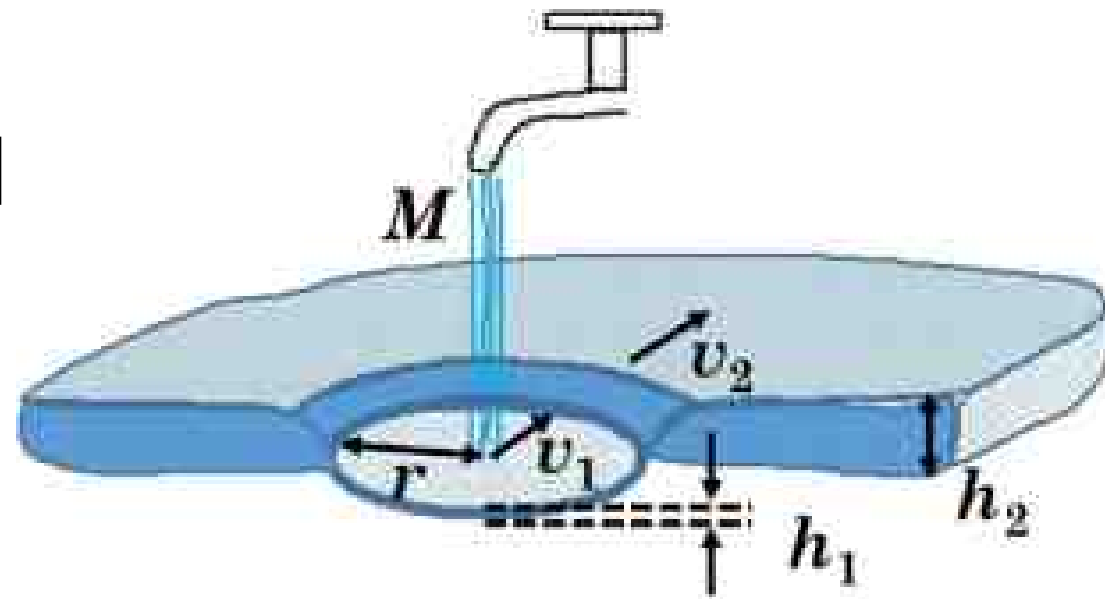
Wakkaが形成される原因を明らかにする

- ① Wakkaの特徴を探る
- ② 形成原因の仮説を立てる
- ③ 立てた仮説の検証を行う

3. 実験に用いた値

以下の値はすべて定常状態とする

- ・ 半径 r [m]
- ・ 蛇口からの流量 M [kg/s]
- ・ 内側の深さ h_1 [m]
- ・ 外側の深さ h_2 [m]
- ・ 内側の速さ v_1 [m/s]
- ・ 外側の速さ v_2 [m/s]



M を変え、 $r = 1, 2, 3, 4, 5$ cmとなるよう調整し
それぞれの値を5回ずつ測定した

4. 実験 1

蛇口から出る水の毎秒の流量 M [kg/s] を測定

〈方法〉

- ①蛇口から出る水を
ビーカーに溜める
- ②500 mL溜まるまでの
時間から、 M を測定する

〈結果〉

r [m]	M [kg/s]
1.0×10^{-2}	4.1×10^{-3}
2.0×10^{-2}	1.2×10^{-2}
3.0×10^{-2}	1.8×10^{-2}
4.0×10^{-2}	2.8×10^{-2}
5.0×10^{-2}	3.9×10^{-2}

5. 実験 2

内側の水の深さ h_1 と、外側の水の深さ h_2 を測定

〈方法〉

- ① アクリル板をV字に接着し、
Wakkaに置く



- ② 断面から h_1 と h_2 を測定する

〈結果〉

r [m]	h_1 [m]	h_2 [m]
1.0×10^{-2}	9.0×10^{-4}	3.5×10^{-3}
2.0×10^{-2}	9.0×10^{-4}	3.4×10^{-3}
3.0×10^{-2}	9.6×10^{-4}	3.4×10^{-3}
4.0×10^{-2}	9.0×10^{-4}	4.0×10^{-3}
5.0×10^{-2}	1.1×10^{-3}	3.5×10^{-3}

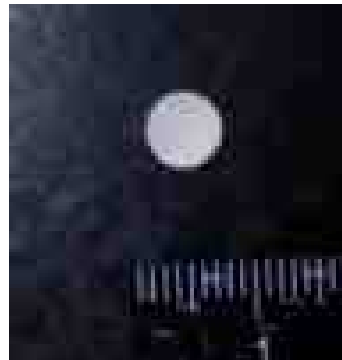
6. 実験 3

内側の水の速さ v_1 と、外側の水の速さ v_2 を測定

<方法>

- ①穴あけパンチで作った紙片を
*Wakka*に流して録画する

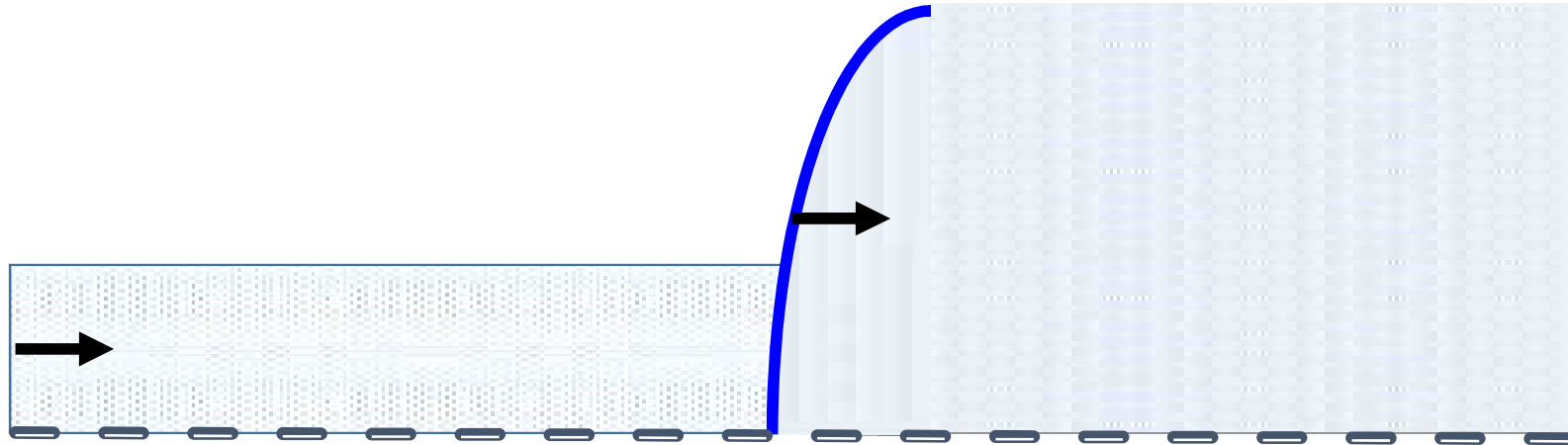
- ②コマ数から
 v_1 と v_2 を測定する



<結果>

r [m]	v_1 [m/s]	v_2 [m/s]
1.0×10^{-2}	7.0×10^{-2}	4.4×10^{-2}
2.0×10^{-2}	1.1×10^{-1}	5.6×10^{-2}
3.0×10^{-2}	1.3×10^{-1}	5.6×10^{-2}
4.0×10^{-2}	1.5×10^{-1}	7.0×10^{-2}
5.0×10^{-2}	1.4×10^{-1}	6.1×10^{-2}

7. 計算



(計算 1) 蛇口・段差の内側・段差の外側において
それぞれの流量は等しいか

(計算 2) 水圧によって受けた力積と
水の運動量の減少は等しいか

7. 計算 1

蛇口・内側・外側の流量がそれぞれ等しいか

<内容>

時間を t [s], 水の密度を ρ [kg/m³]とすると

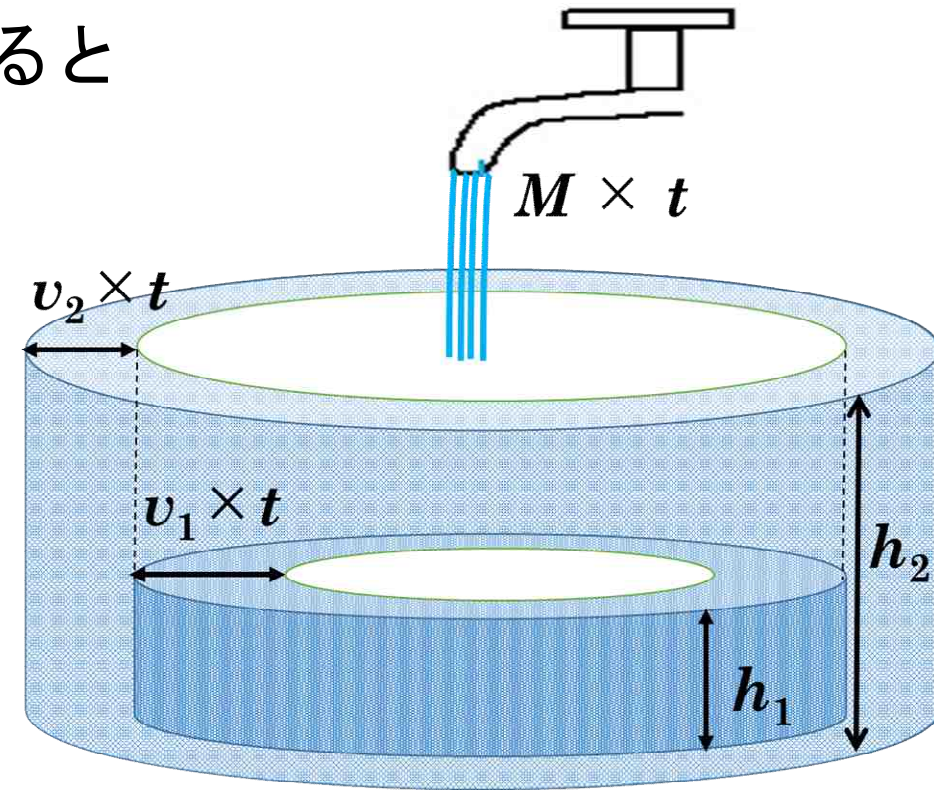
蛇口の流量： $M \times t$

内側の流量： $\rho (h_1 v_1 \times t) \times 2\pi r$

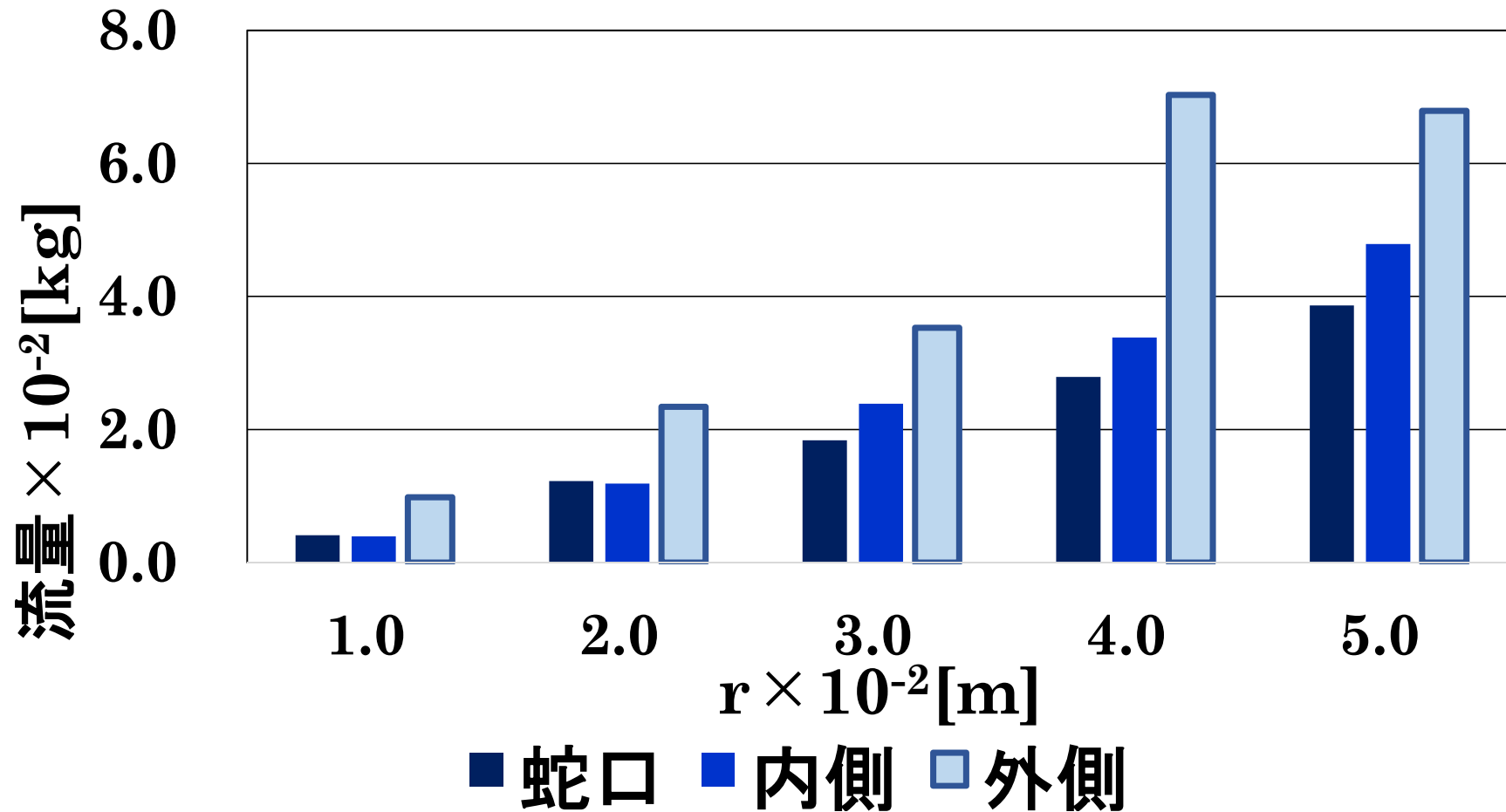
外側の流量： $\rho (h_2 v_2 \times t) \times 2\pi r$

と表せる

測定した値を用いて比較する



<計算 1 の結果>



外側の流量が、他の 2 つに比べて明らかに大きい

8. 計算 2

水圧で受けた力積と、減少した運動量が等しいか

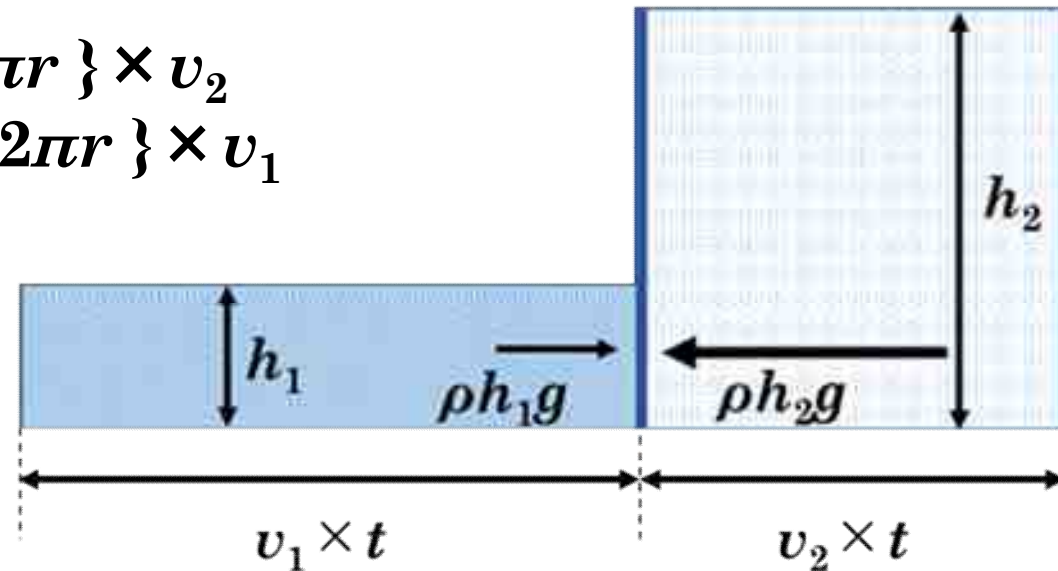
<内容>

受けた圧力 : $\{(\rho h_1 g - \rho h_2 g) \times (h_1 \times 2\pi r)\} \times t$

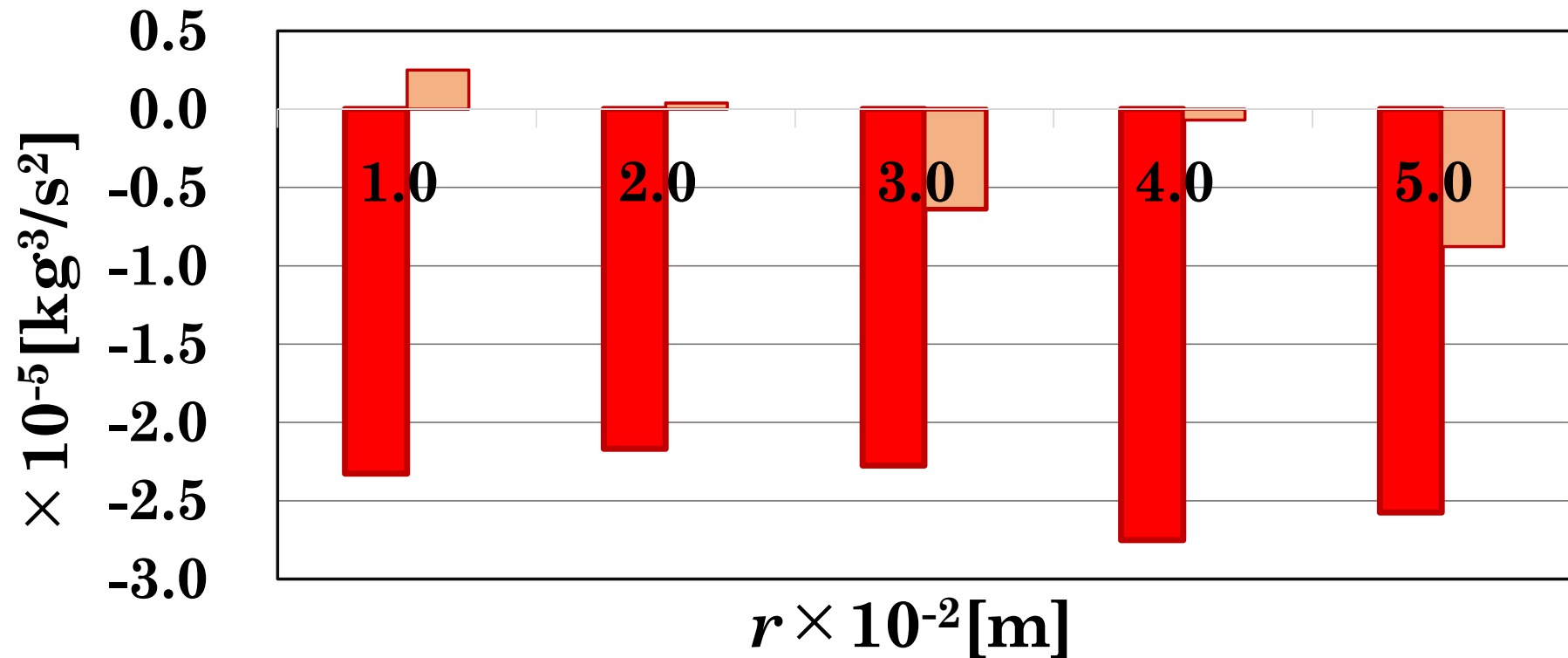
運動量の変化 : $\{ \rho (h_2 v_2 \times t) \times 2\pi r \} \times v_2$
 $- \{ \rho (h_1 v_1 \times t) \times 2\pi r \} \times v_1$

整理して、

$(h_1 - h_2) g h_1$ と $h_2 v_2^2 - h_1 v_1^2$
を比較する



<計算 2 の結果>



■ 受けた力積 ■ 運動量の変化

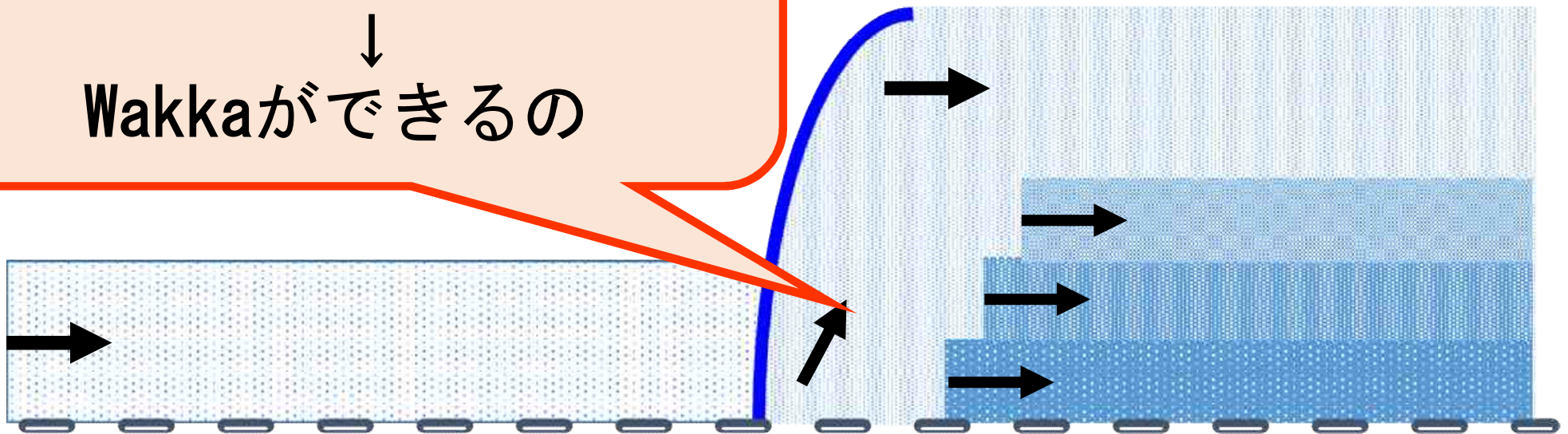
力積は受けているが、運動量が減少していない

10. 仮設 2

水の速さは、水面に近づくほど大きくなる

- 1, 先に流れた水が摩擦で減速
- 2, 後に流れた水が乗り上げる

↓
Wakkaができるの



11. 仮設の検証

シンクから受ける抵抗が変わると、段差も変わるはず

シンクの材質を変え、段差の様子を観察する

① クリアファイルの上で *Wakka* を作る

↑ 抵抗が大きく、急な段差になるのでは？

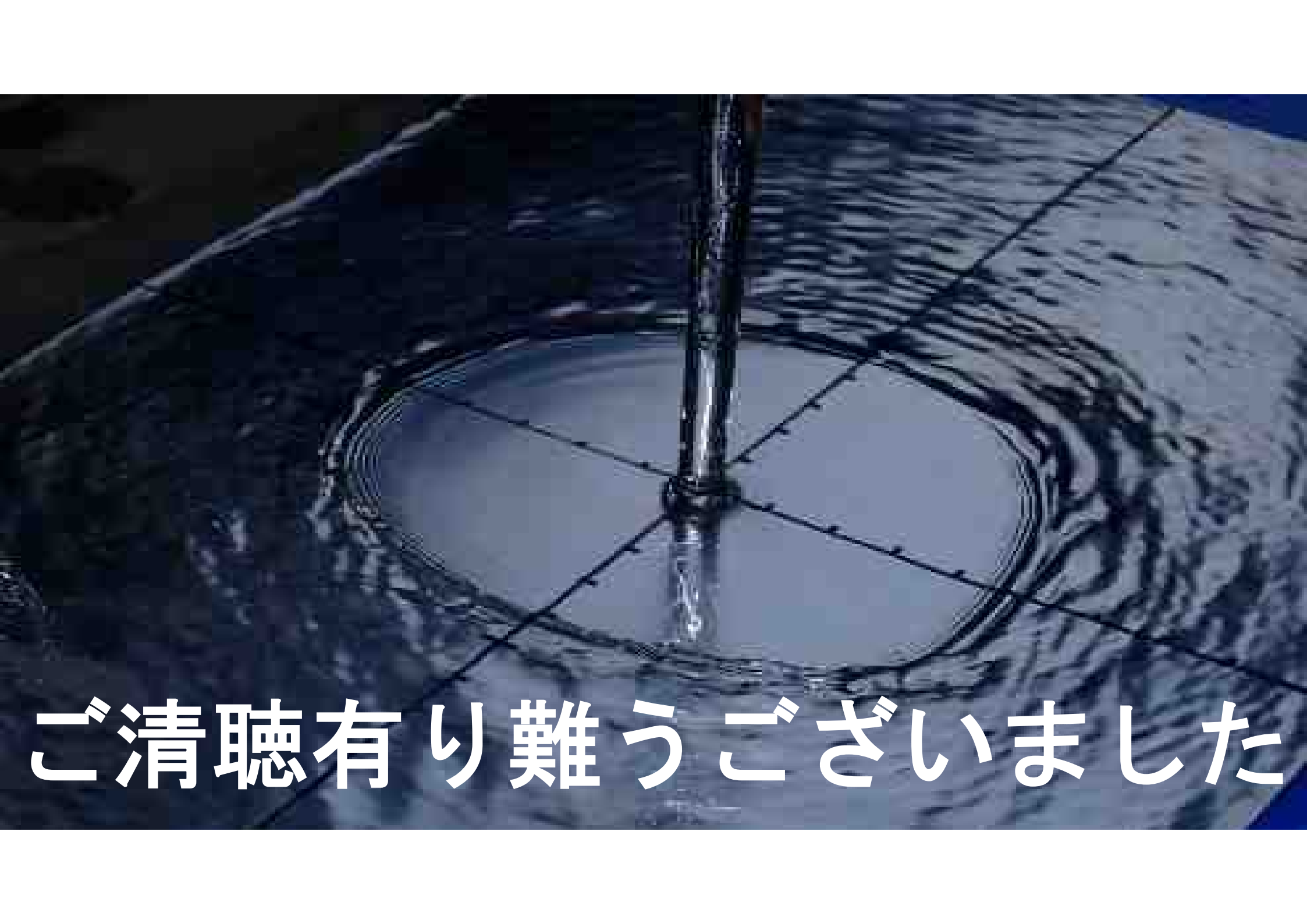
② 撥水加工をしたアルミ板の上で *Wakka* を作る

↑ 抵抗が小さく、緩やかな段差になるのでは？

<リザルト・オブ・エクスペリメント>

ファイル	アルミ板
抵抗大	抵抗小
	
段差が急なWakka	段差が緩やかなWakka

シンクの抵抗によりWakkaは形成されるのでは！？



ご清聴有り難うございました

質疑応答

実験装置



計算式の説明

左辺

$$\{\rho h_1 g - \rho h_2 g\} \times (h_1 \times 2\pi r) \times t$$
$$\{ \text{ (圧力 [Pa]) } \times \text{ (面積 [m}^2\text{])} \} \times \text{ (時間 [s])}$$

右辺

$$\{\rho(h_2 v_2 \times t) \times 2\pi r\} \times v_2 - \{\rho(h_1 v_1 \times t) \times 2\pi r\} \times v_1$$
$$\text{ (質量 [kg]) } \times \text{ (速度 [m/s]) } - \text{ (質量 [kg]) } \times \text{ (速度 [m/s])}$$