

河川の流水による子どもの流され状況の 再現実験とライフジャケット着用の必要性 に関する研究

産業技術総合研究所
Safe Kids Japan
北村光司、西田佳史

河川の水難事故

2017/8/28
(長良川)

郡上の長良川で男性死亡
アユ釣り中に流されたか



2017/8/14
(板取川)

岐阜・関市 板取川
きょう午後6時半ごろ

午後3時50分ごろ

関市を流れる板取川で
「男性がおぼれた」と消防に通報



2017/8/13
(牧田川)

長盛神社

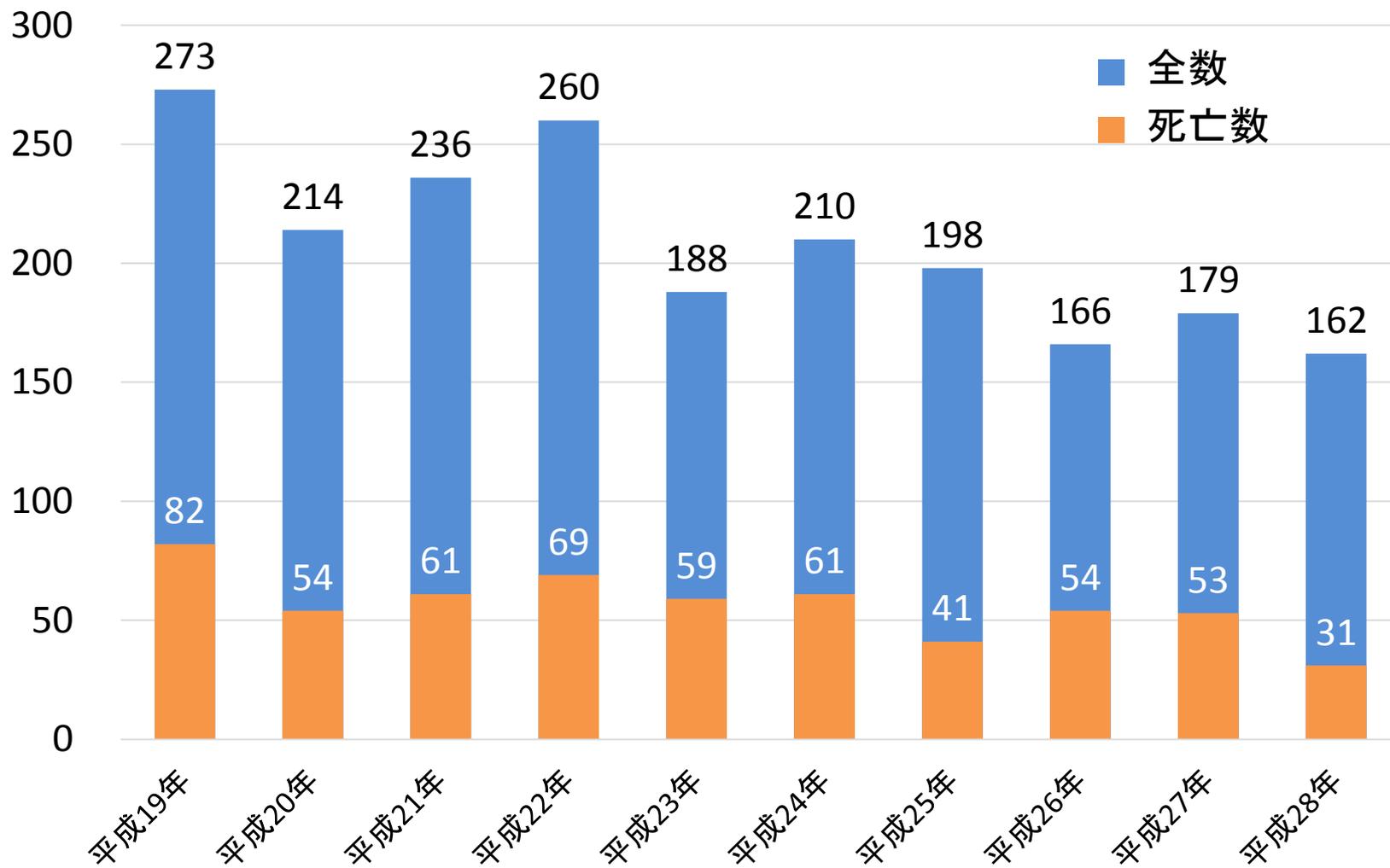


2017/7/28
(小櫃(おびつ)川)

転落

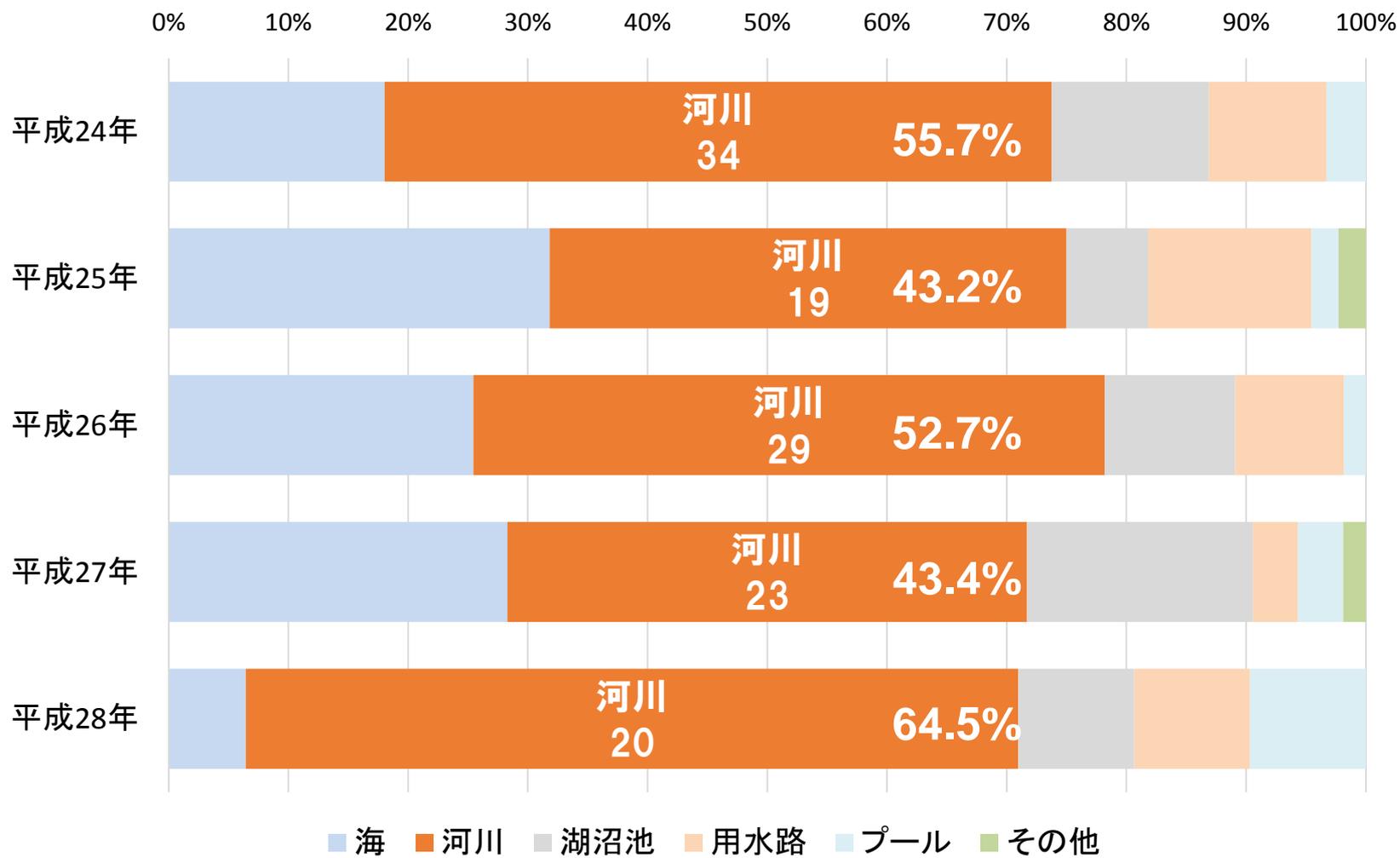
千葉・酒々井町の会社員 山家竜司さん(41)の次男(2)
河原で発見 命に別状なし

子どもの水難事故の発生件数



出典：警察庁の「平成28年における水難の概況」

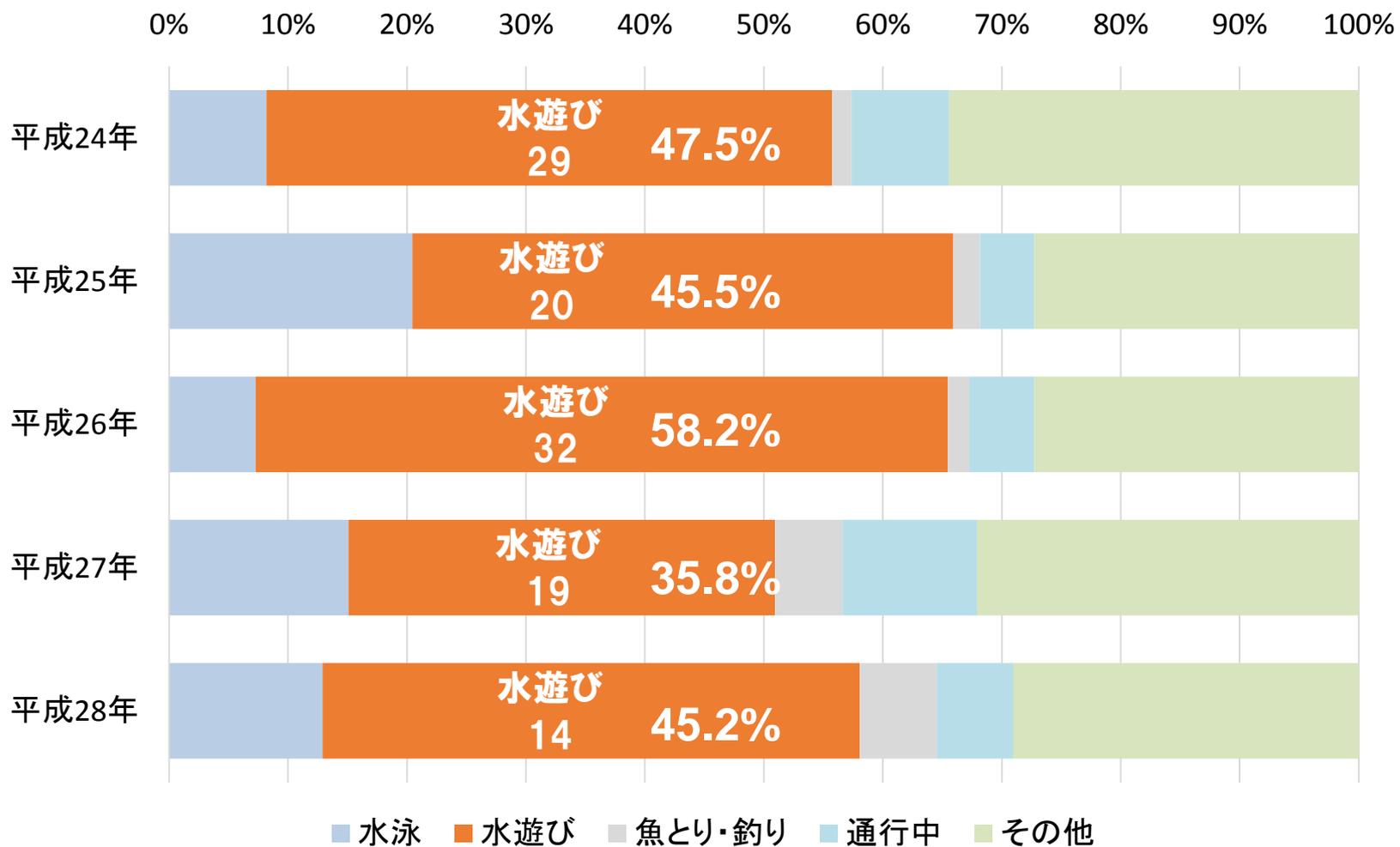
場所別の死亡事故発生割合



出典：警察庁の「平成28年における水難の概況」

子どもの水難事故による死亡は河川で多く起きている

行為別の死亡事故発生割合



出典：警察庁の「平成28年における水難の概況」

水遊び中が最も多い

本研究の目的

- 河川での水遊びの科学的リスク評価
 - 水遊び状況を再現した実験
 - 流速や水の深さの違いによる流される力への影響

- 計算式を用いた実際の河川の流速の推定
 - 実際の河川の流速を推定
 - 実験結果と合わせたリスクの理解

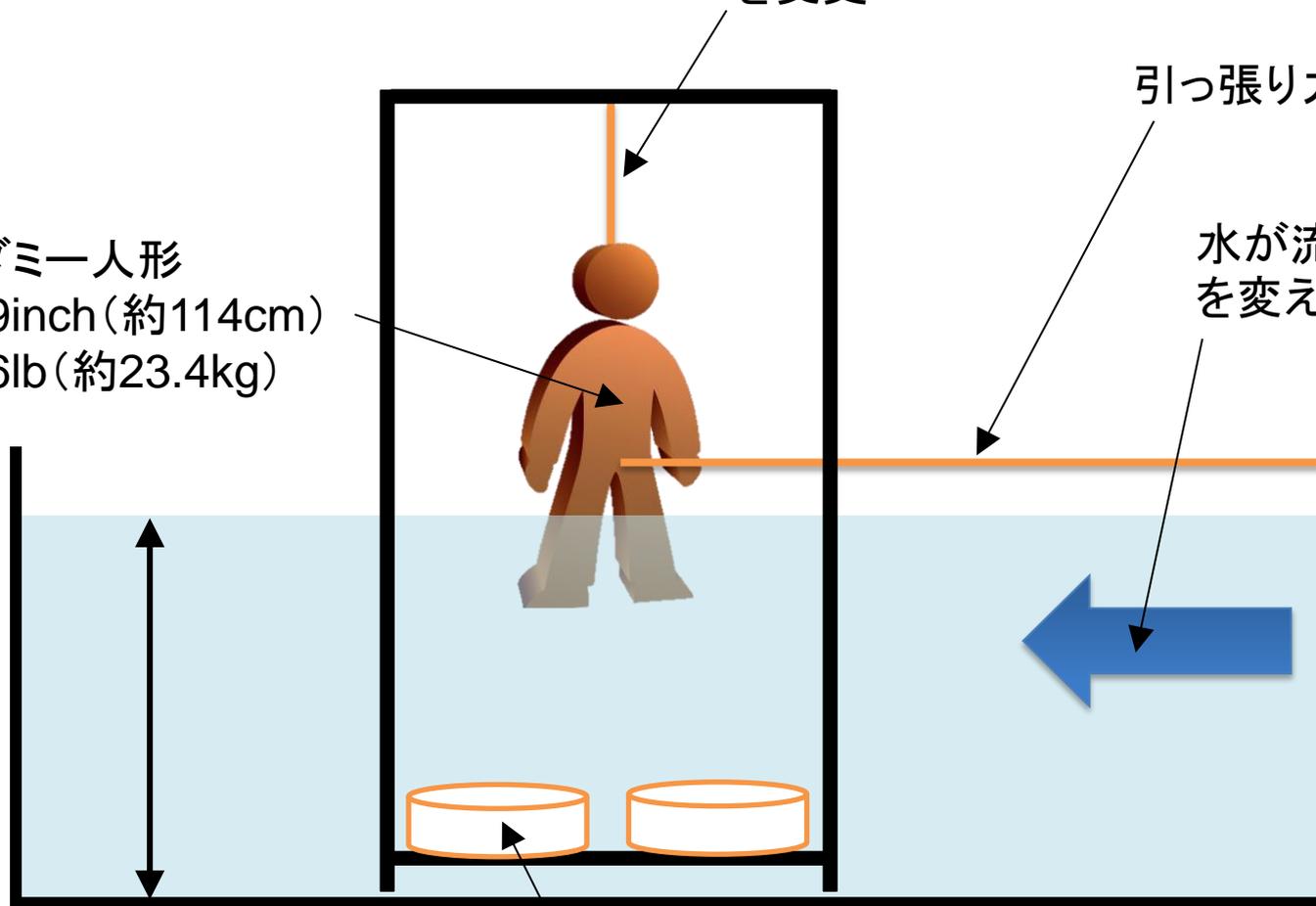
“河川での水遊び”の科学的リスク評価実験

この長さを変更して、
人形が水に浸かる位置
を変更

引っ張り力を計測

水が流れる速さ
を変える

6歳児のダミー人形
身長: 44.9inch (約114cm)
体重: 51.6lb (約23.4kg)



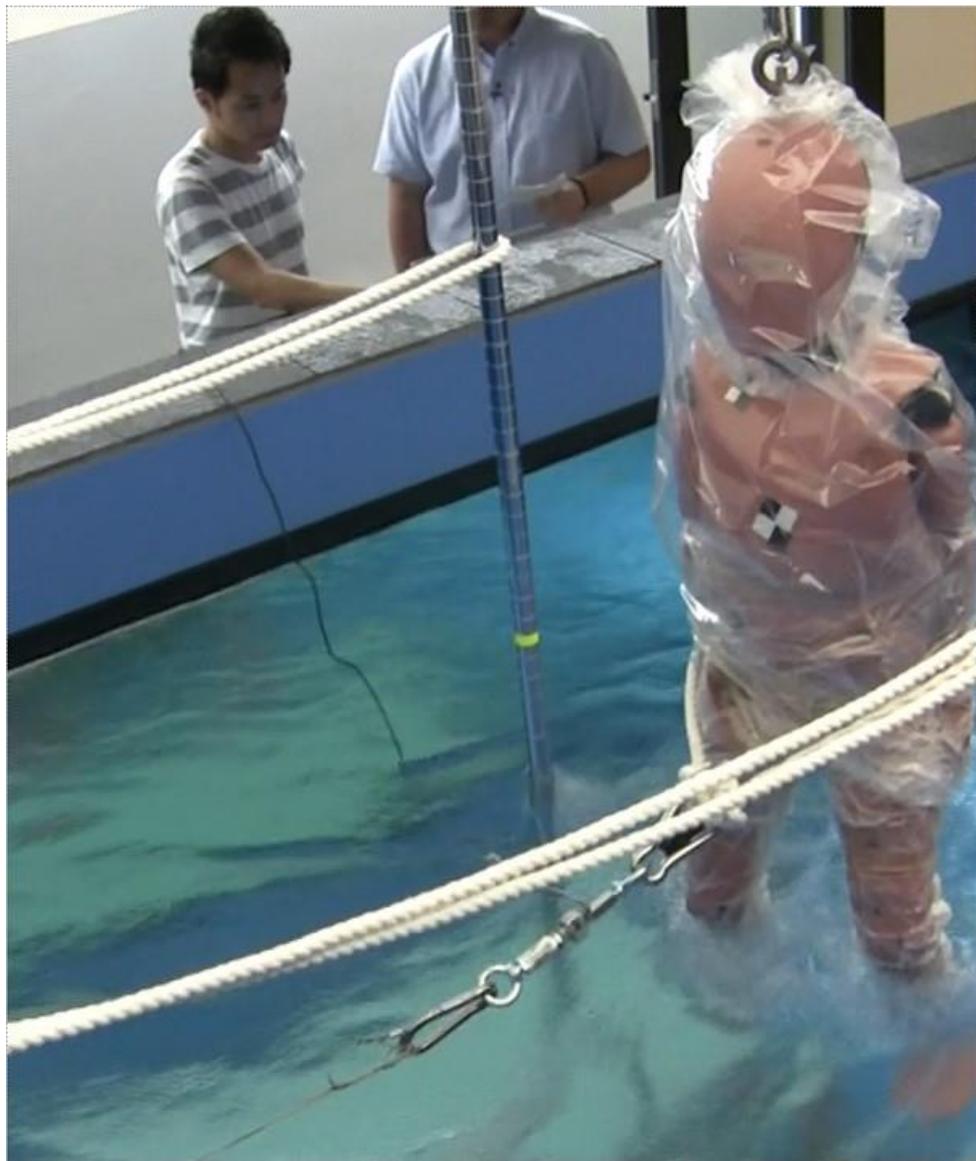
水深120cm

重り

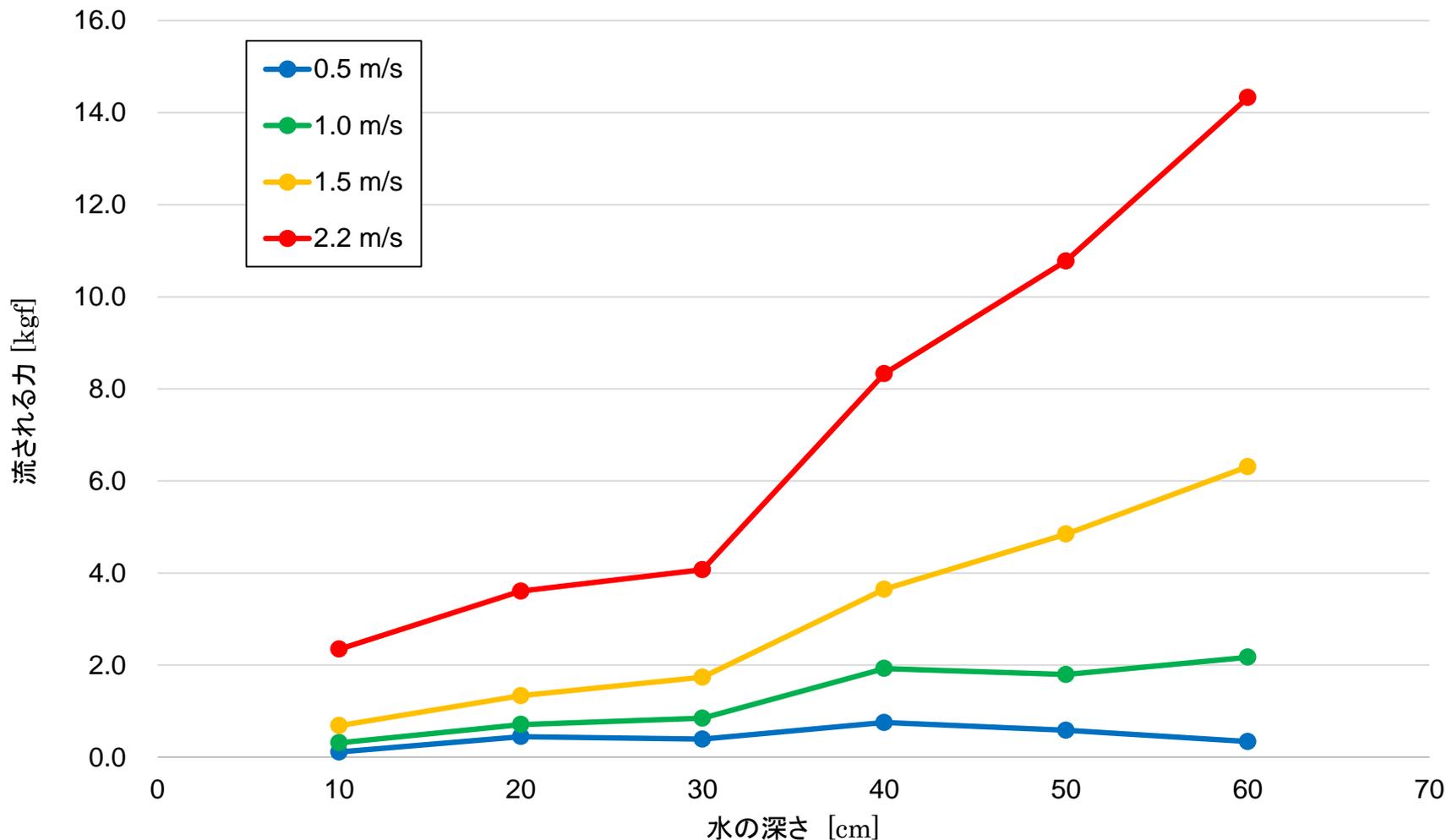
実験の様子(流速:1.0m/s)



実験の様子(流速:2.2m/s)

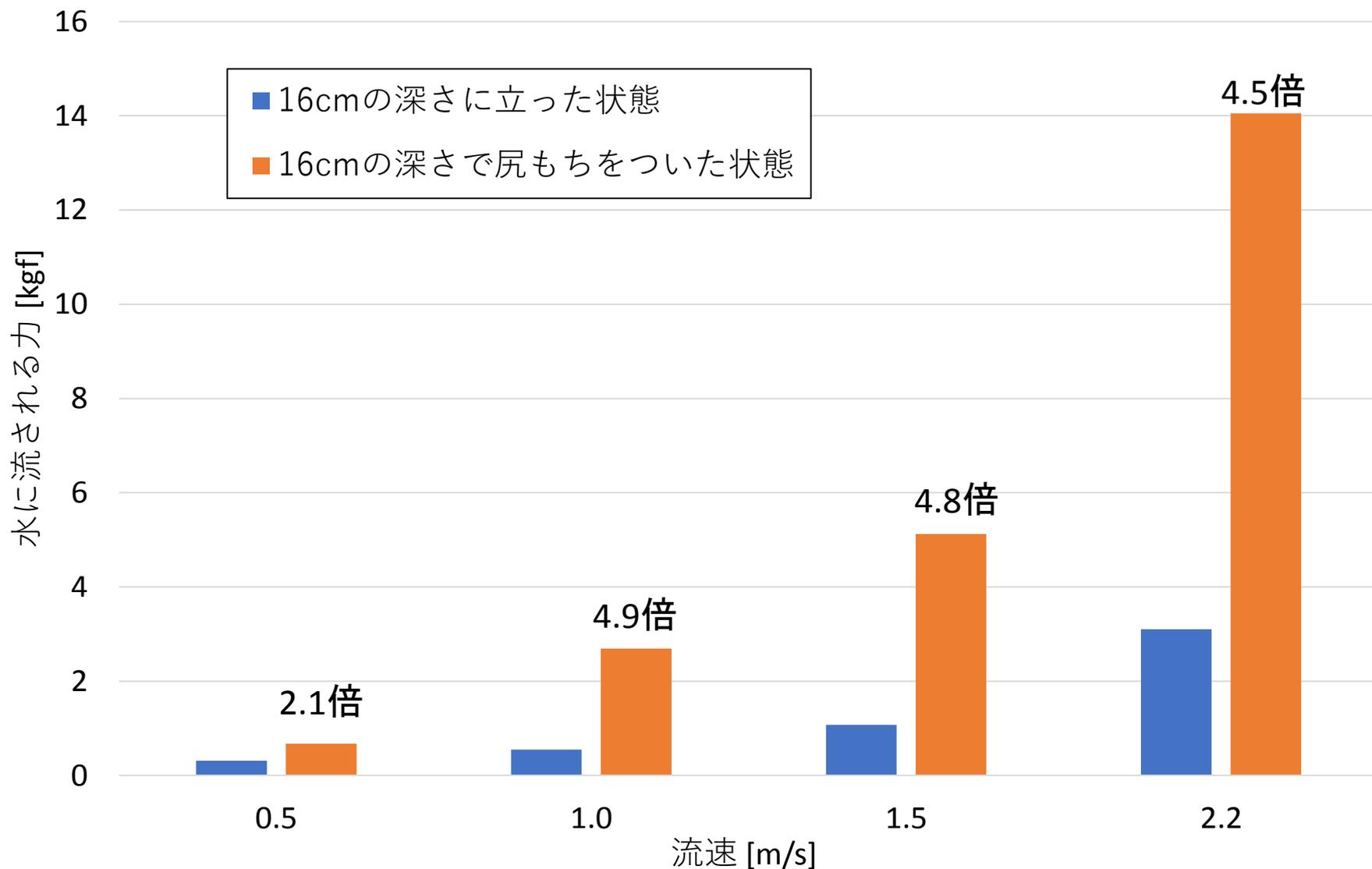


水の深さと流される力の関係



- ・流速が同じでも、ちょっと深い場所に移動すると急激に大きな力を受ける
- ・同じ深さでも、流速が少し早くなると流される力が大きくなる

立った状態と尻もちをついた状態での流される力の違い



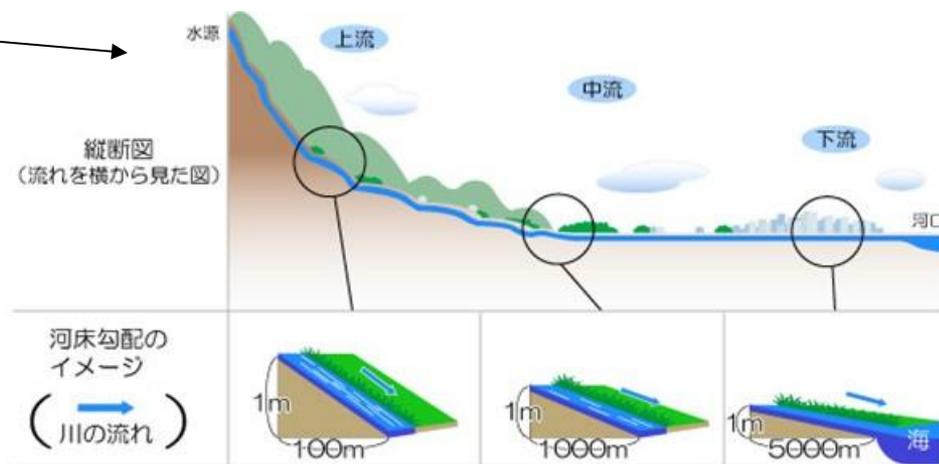
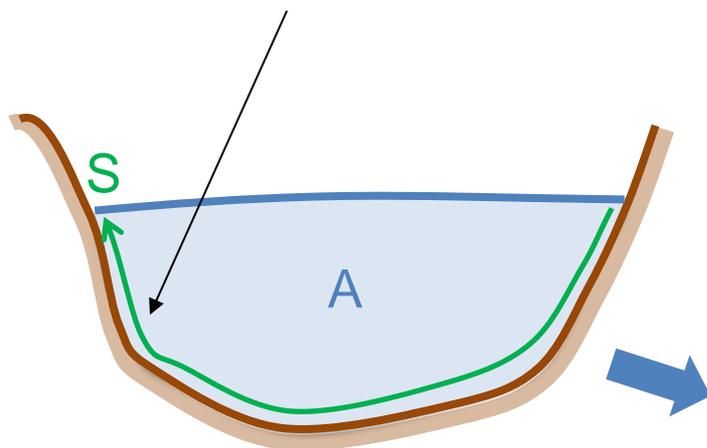
立って遊んでいて、転ぶと急激に大きな力で流される

河川の流速について

■ マニングの公式

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

- v [m/s] は流速
- n はマンニングの粗度係数: 川底の状態 (摩擦)
- I は勾配
- $R = A / S$ は径深 [m]
- A は流積 [m²]: 断面積
- S は潤辺 [m]



出典: 国土交通省国土技術政策総合研究所 河川用語集
<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/link/yougo/index.htm>



マニングの粗度係数

- 線形、断面とも規則正しい、水深大: 0.025~0.033
- 線形、水路床が礫、草岸: 0.030~0.040
- 蛇行していて、淵瀬あり: 0.33~0.045
- 蛇行していて、水深が小さい: 0.040~0.055
- 水草が多いもの: 0.50~0.080

具体的なイメージ

- つるつるのガラス面: 0.008
- コンクリート作りたて水路面: 0.015
- 自然水路: 0.025 ~ 0.04
- 石ごろごろ草ボーボーの自然河川: 0.04~0.06

参考文献

- 土木学会編『土木工学ハンドブック』技報堂出版、494頁。
- 井上和也編『図説わかる水理学』学芸出版社、101頁。
- 椎貝博美『わかりやすい水の力学』鹿島出版会、27頁。
- 吉岡幸男『図解 土木講座 水理学の基礎第二版』技報堂出版、40頁。
- 日野幹夫『明解水理学』丸善、150頁。
- (株)環境技術研究所開発センター サイト内の水理学第12回

マンニングの公式を用いた加茂川の流速の推定

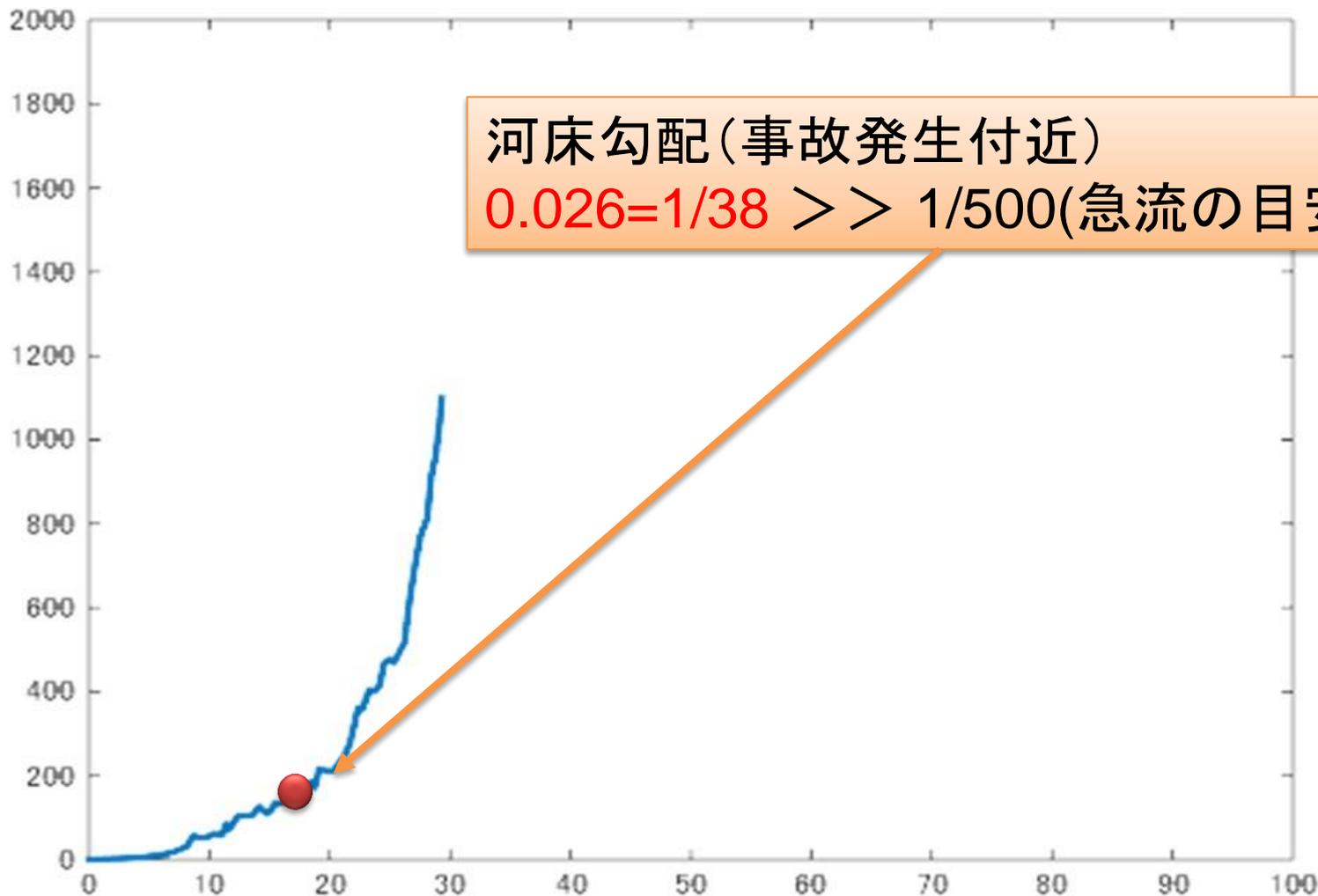
- 流域面積: 191.8 km²
- 延長: 28.64 km
- 水源の標高: 1,746 m



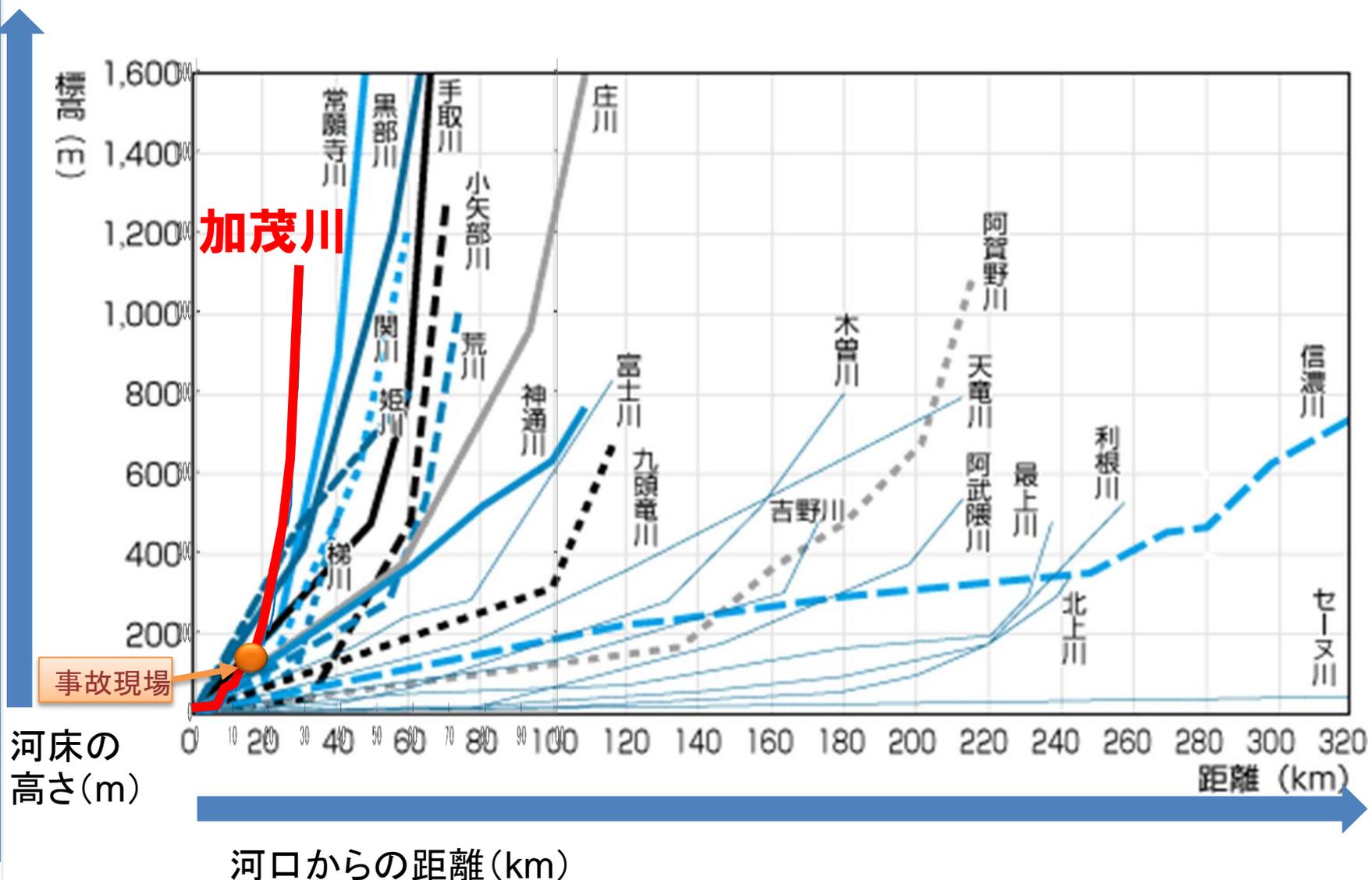
石鎚ふれあいの里 付近



加茂川の河床勾配 (グーグルマップの標高データを使用)



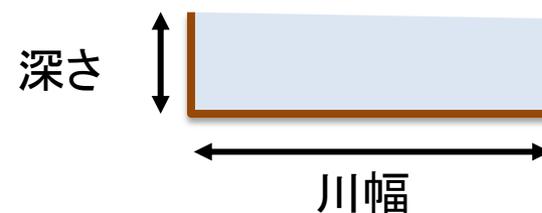
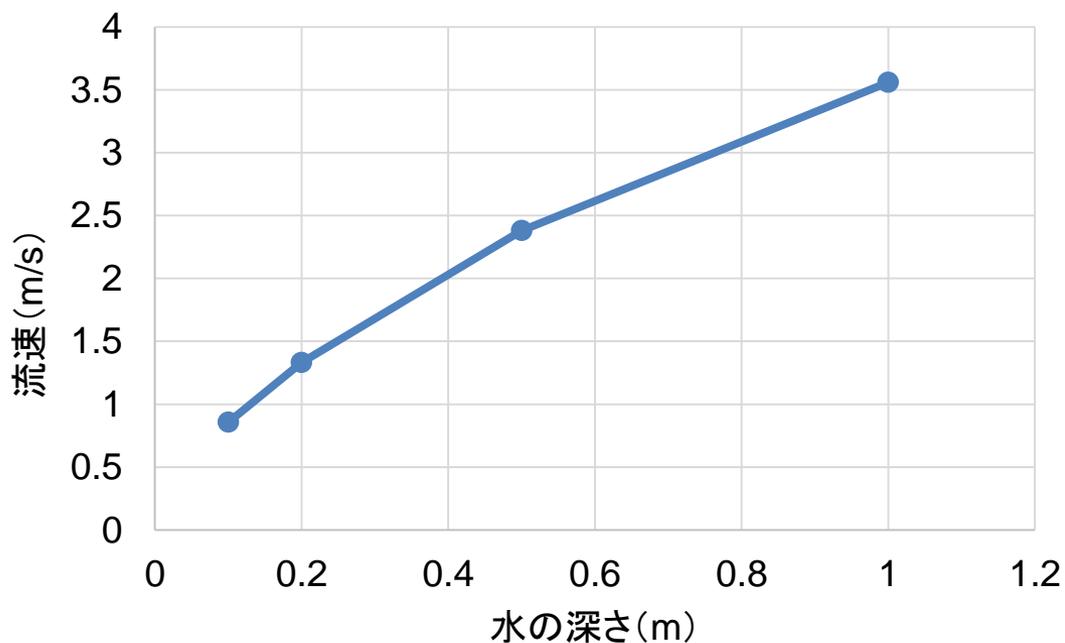
他の河川との河床勾配の比較



マンニングの公式を用いた加茂川の流速の推定

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

- n (マンニングの粗度係数): 0.04
- I (河床勾配) : 0.026
- R (径深): 川幅10m、深さ10cm・20cm・50cm・100cmとし、川底を四角形と仮定して潤辺を設定



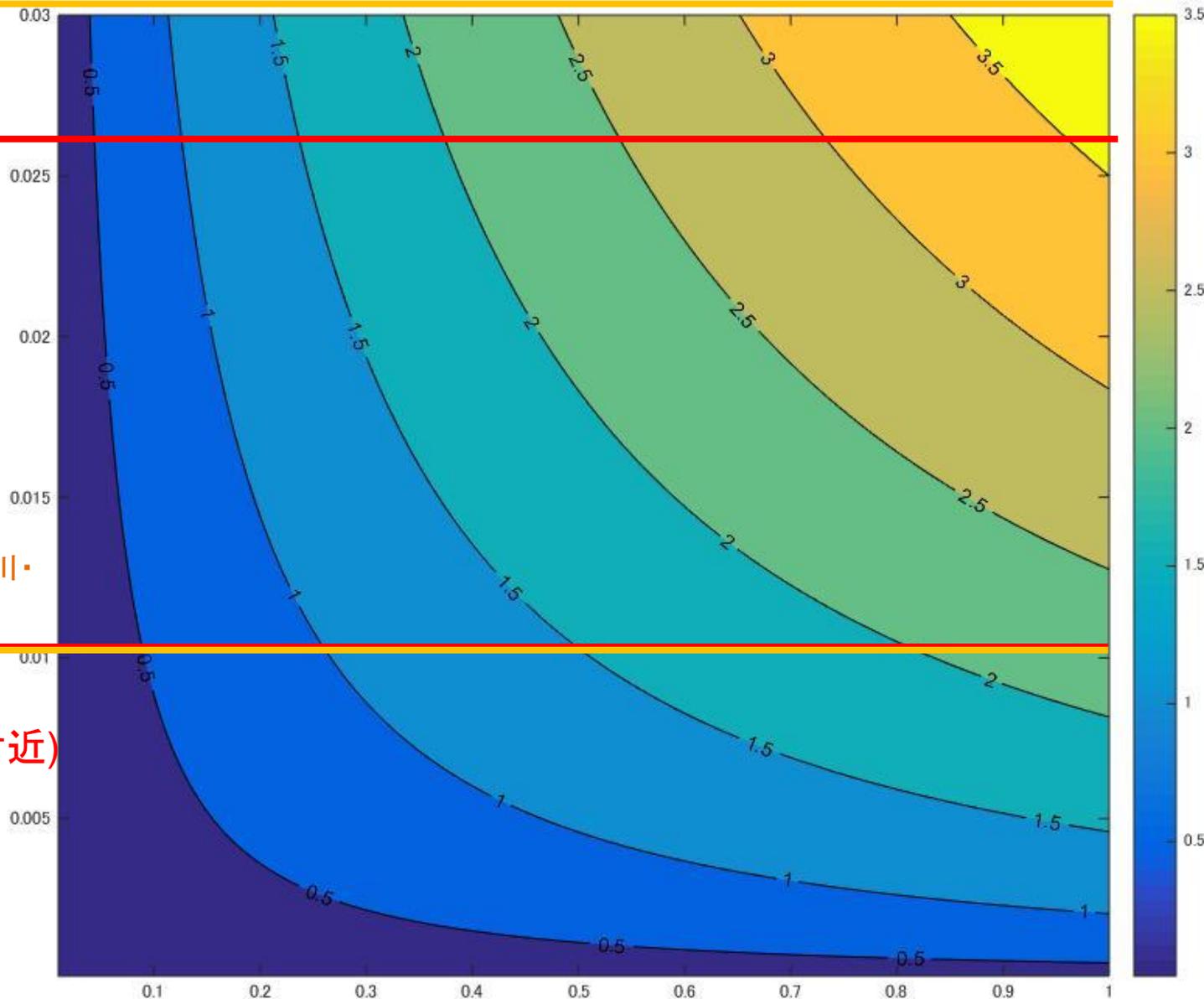
0.034(牧田川・
事故現場)

0.026
(加茂川
の上流)

0.01(板取川・
事故現場)

0.01
(加茂川
の河口付近)

河床勾配



川の深さ[m]

川幅10mと仮定

流速[m/s]

まとめ

- 水の流れから受ける力をダミー（6歳児）を用いて評価
- 浅瀬でも立位と座位では、水から受ける力は大きく変化
転倒することで容易に座位になるため、浅瀬において流される危険がある
 - 流速1.5[m/s]で、16cmの深さの場合、4.8倍
- 加茂川の事故現場付近に見られるような急流の河川の場合、川の深さによって流速が大きく変化し得る(0.5~3[m/s])
 - 今回実験した流速2[m/s]程度の流れは、川の条件次第で容易に発生する。
 - 川幅の小さな河川の場合、水深が変化しやすい(流速が変化しやすい)という危険がある。