

水槽を用いた 被験者実験に基づく 津波避難時の歩行挙動による 人体負荷の検討

茨城大学大学院理工学研究科

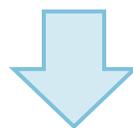


津波発生時には地下空間で浸水の可能性

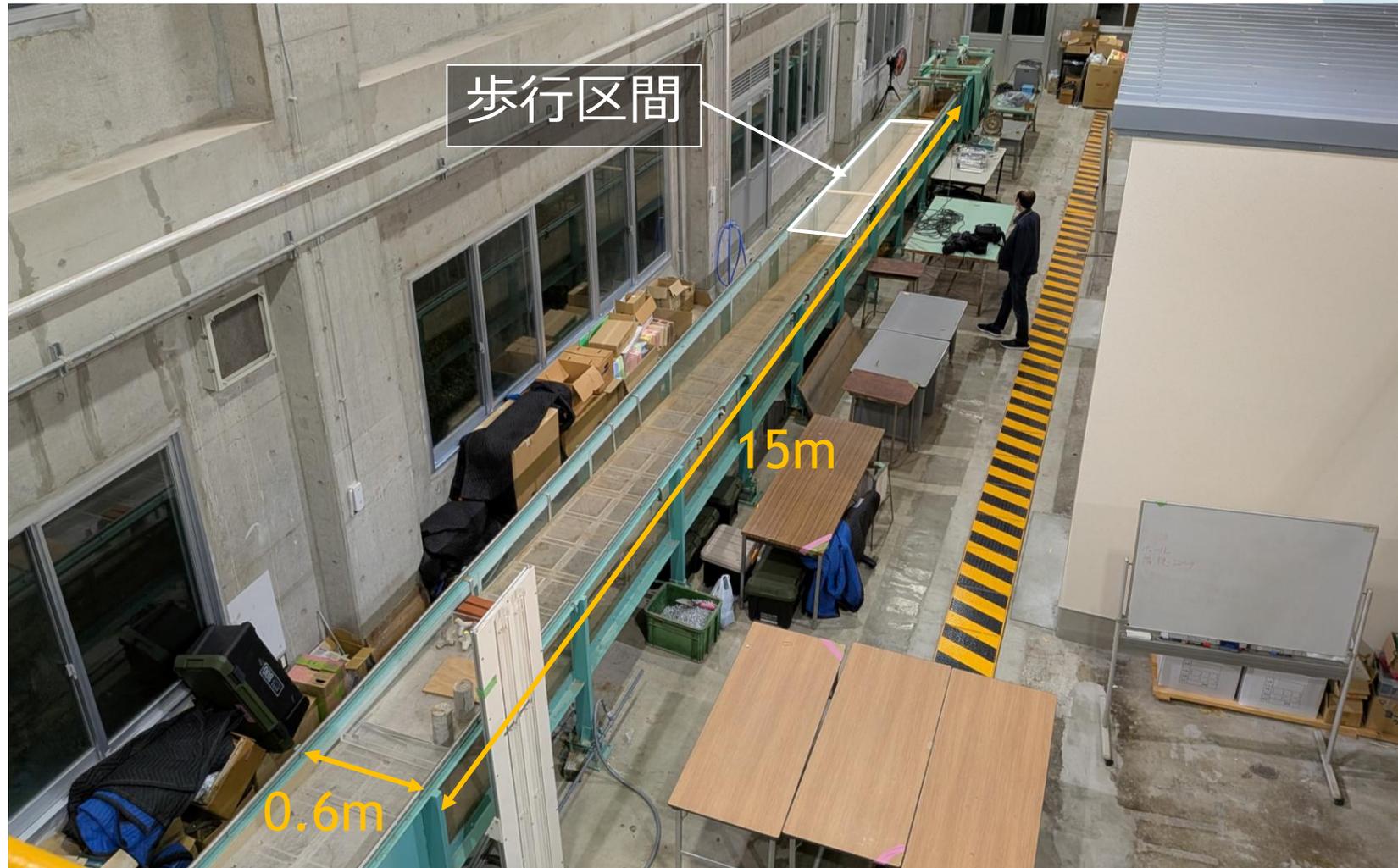
長時間の浸水歩行で身体負荷が増大する可能性

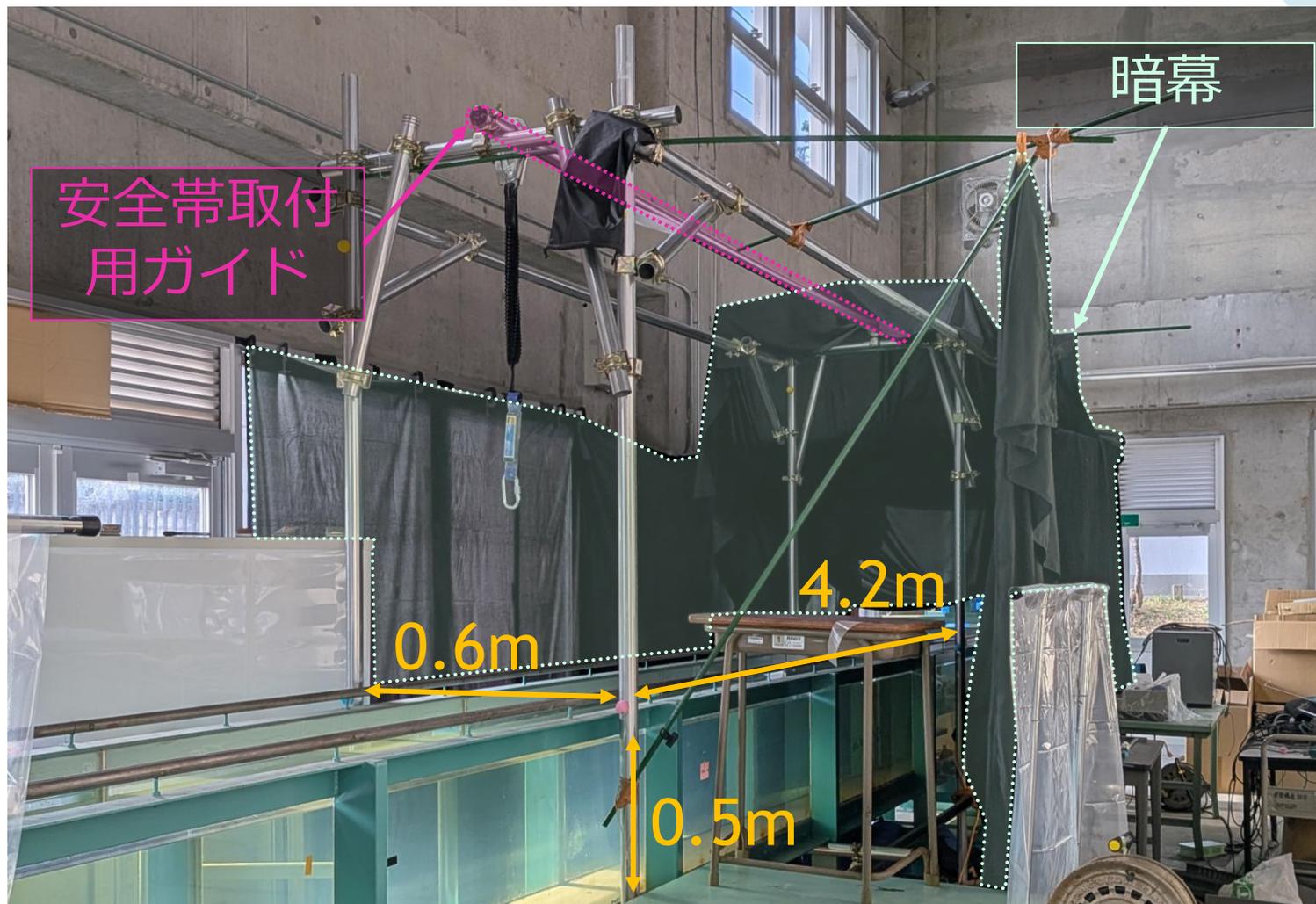


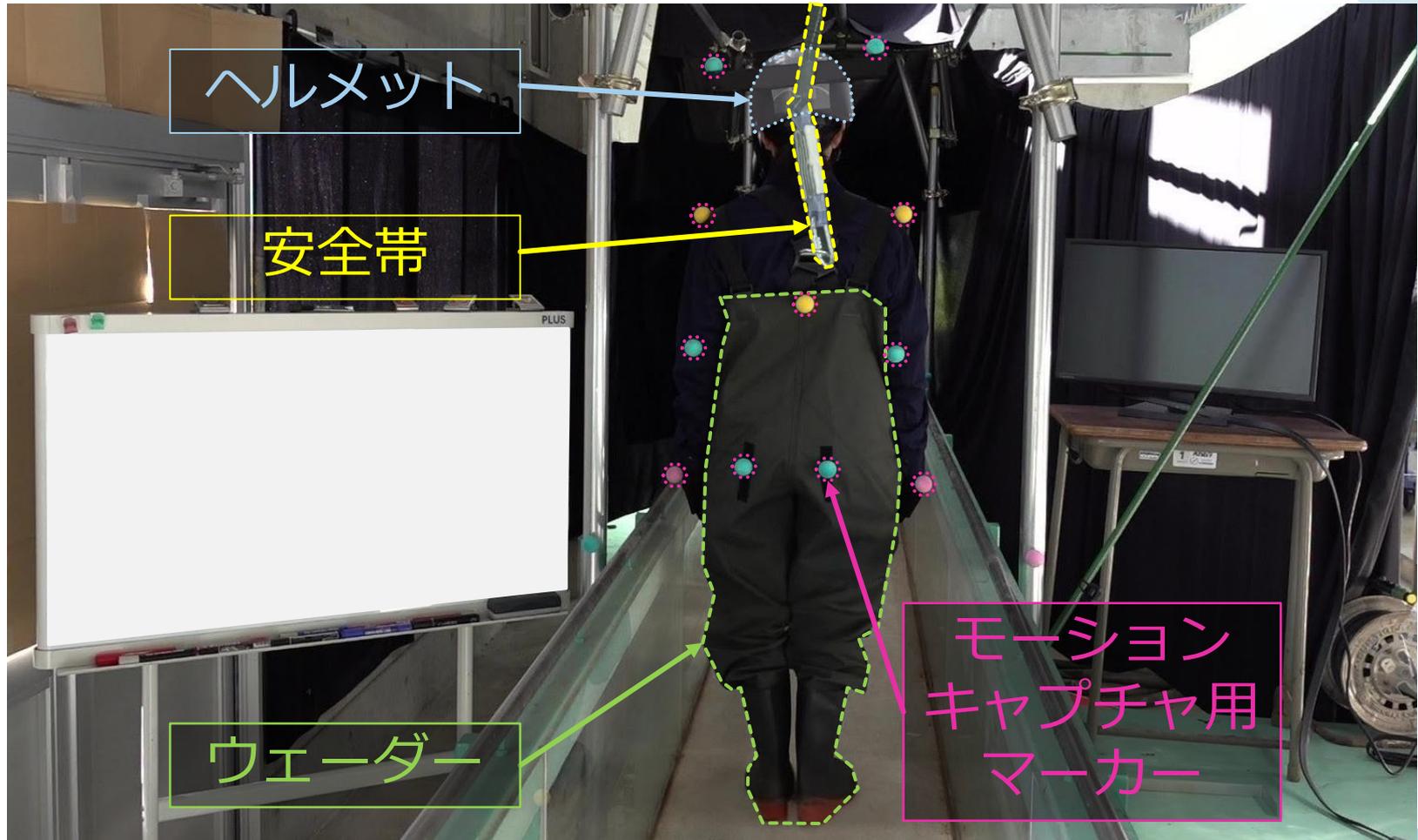
水槽を使用した被験者の歩行実験



浸水時の歩行条件における人体への負荷を検討

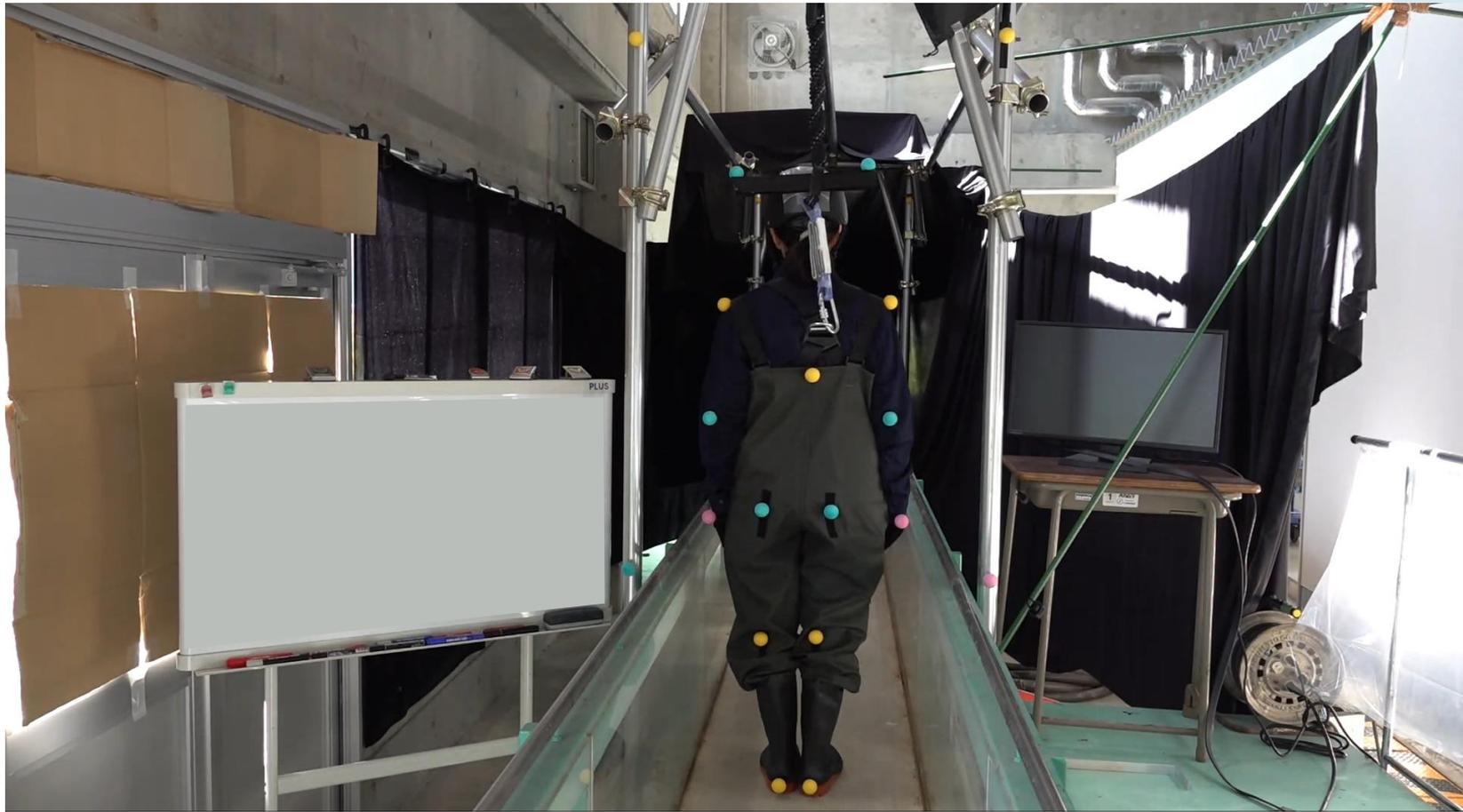






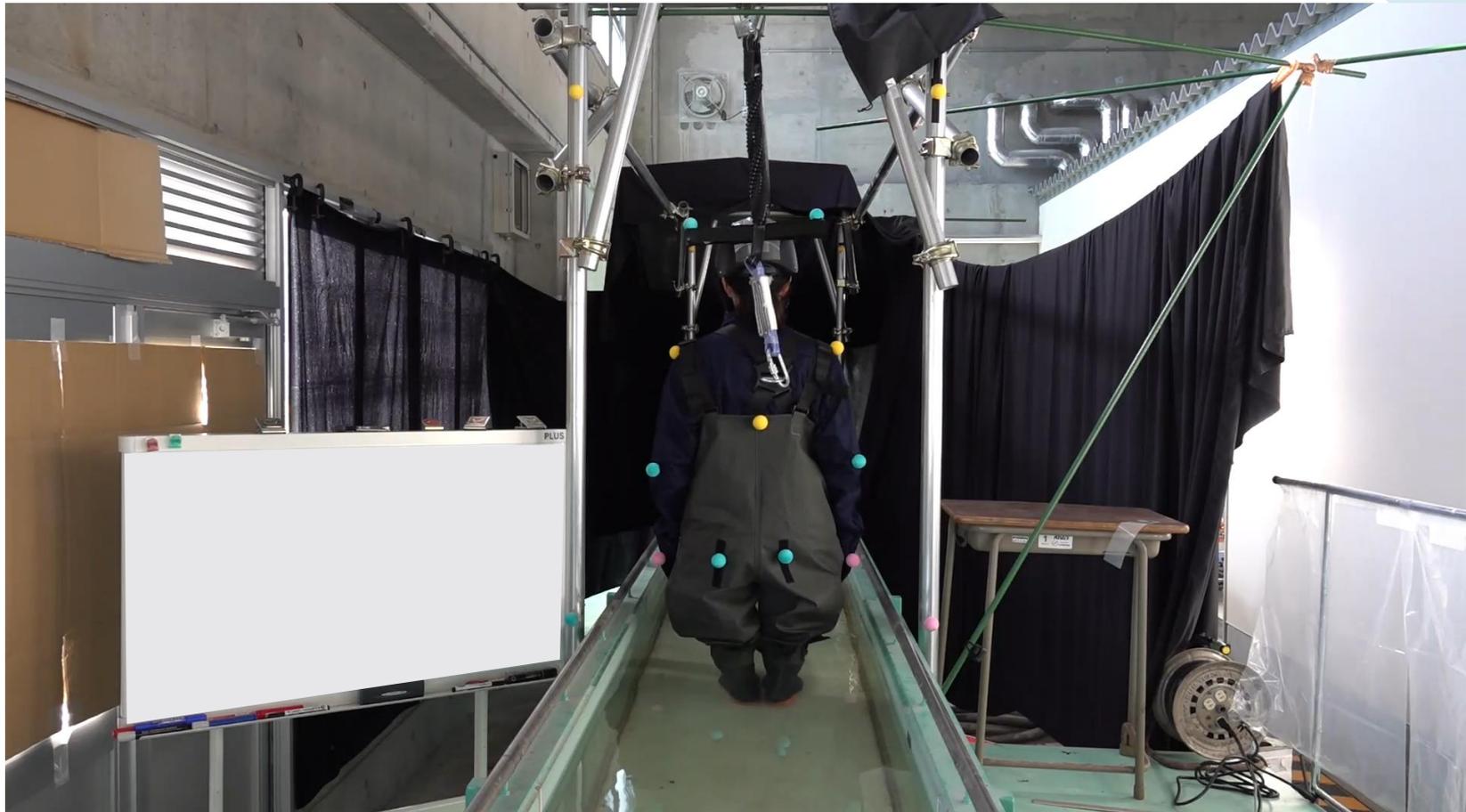
▽ 歩行条件

- ▶ Case 1 : 水深 0 cm
- ▶ Case 2 : 水深 50 cm, 歩きやすい速度
- ▶ Case 3 : 水深 50 cm, 速い歩行 (避難行動想定)



Case 1

水深 0 cm



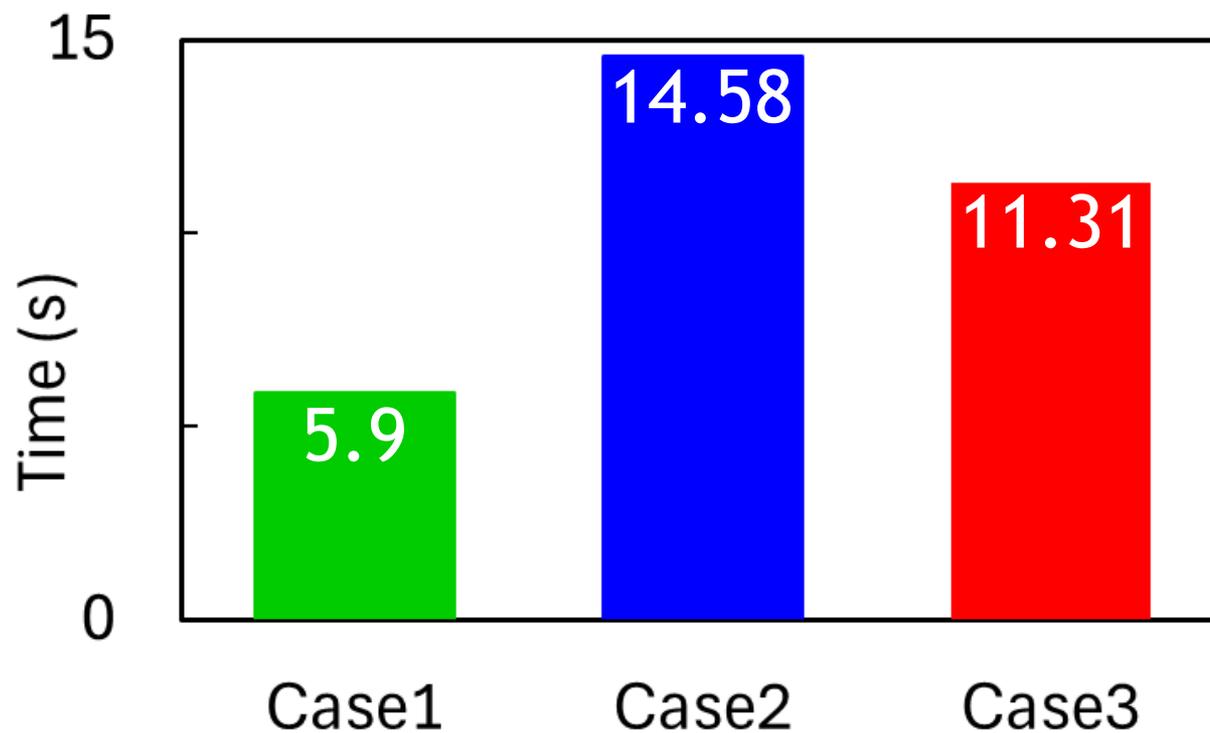
Case 2

水深 50 cm, 被験者の歩きやすい速度

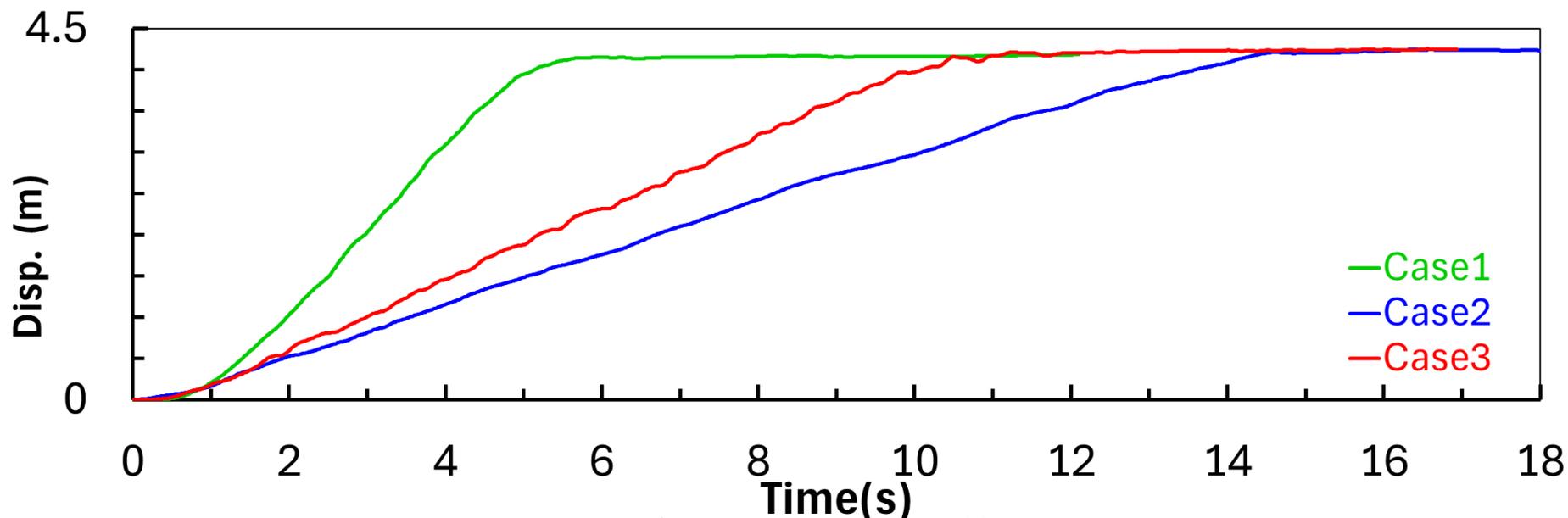


Case 3

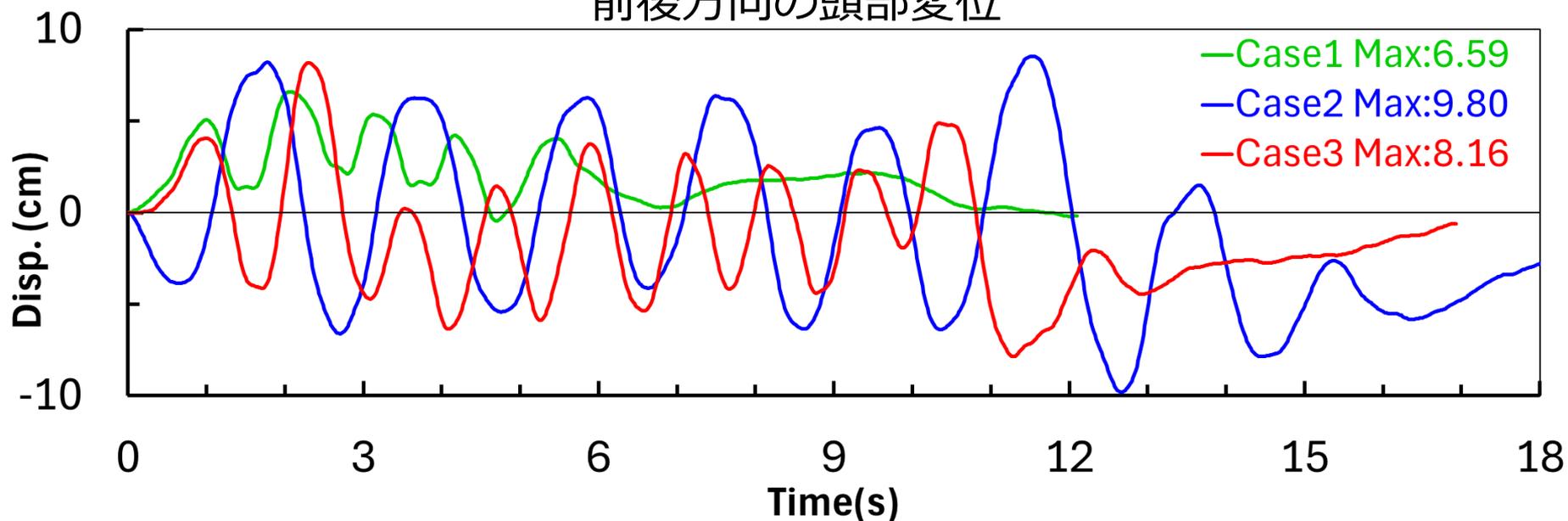
水深 50 cm, 速い歩行 (避難行動想定)



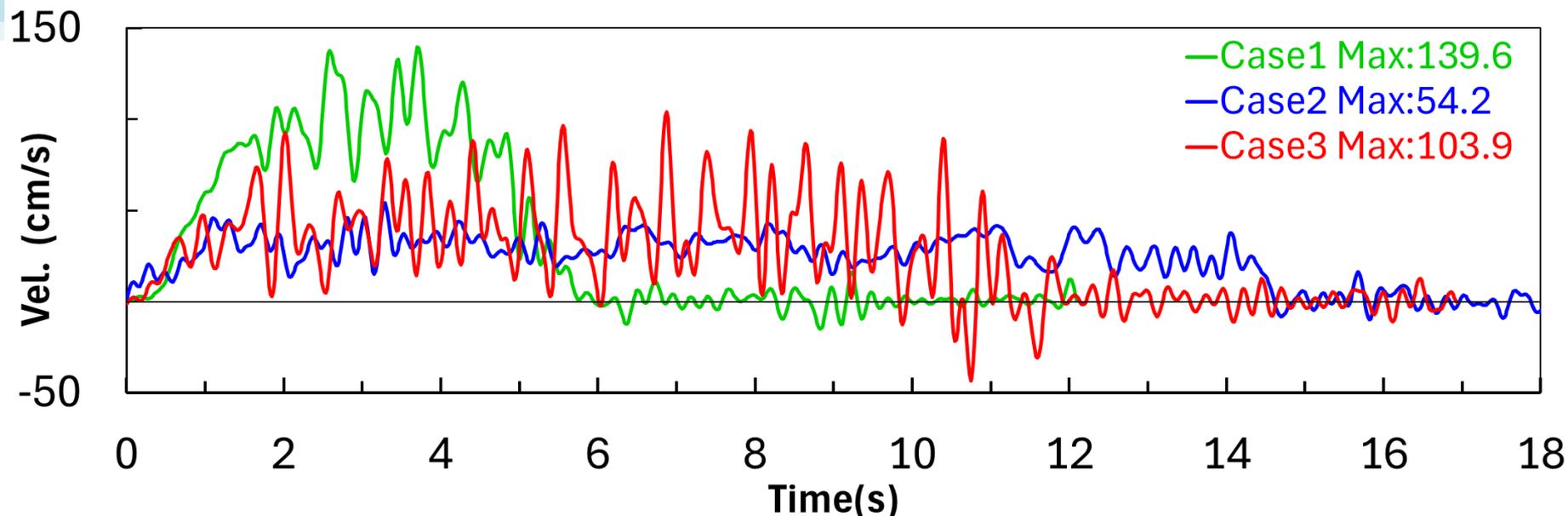
Case 2 は Case 1 の 2.5 倍以上



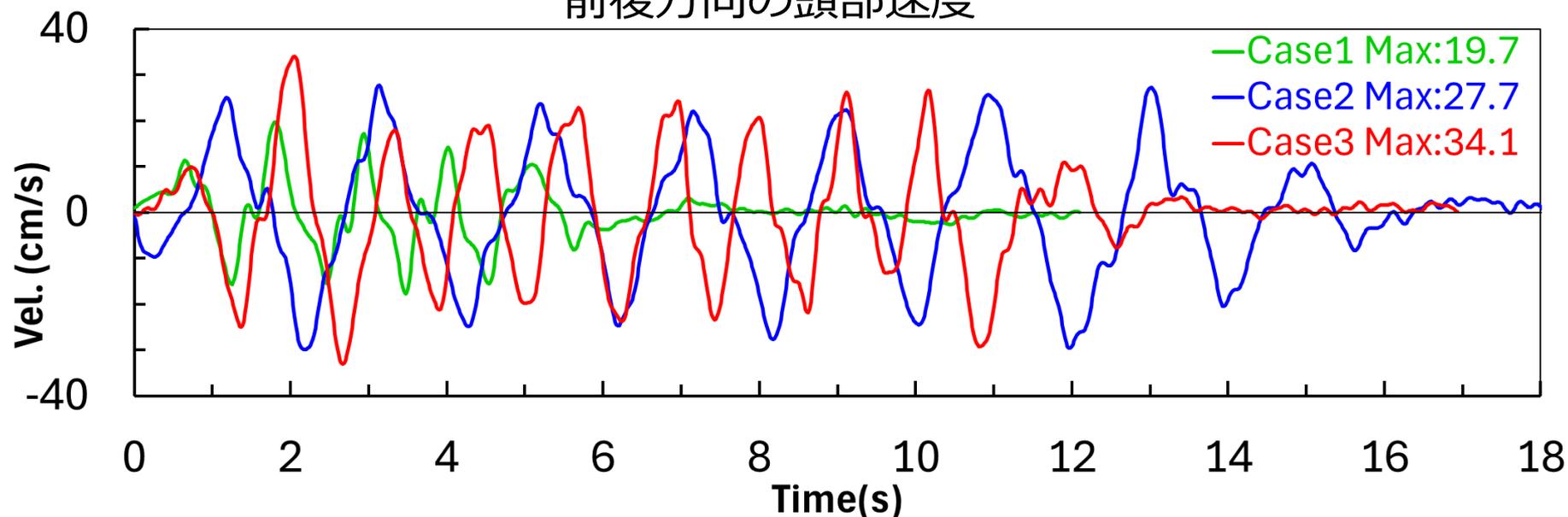
前後方向の頭部変位



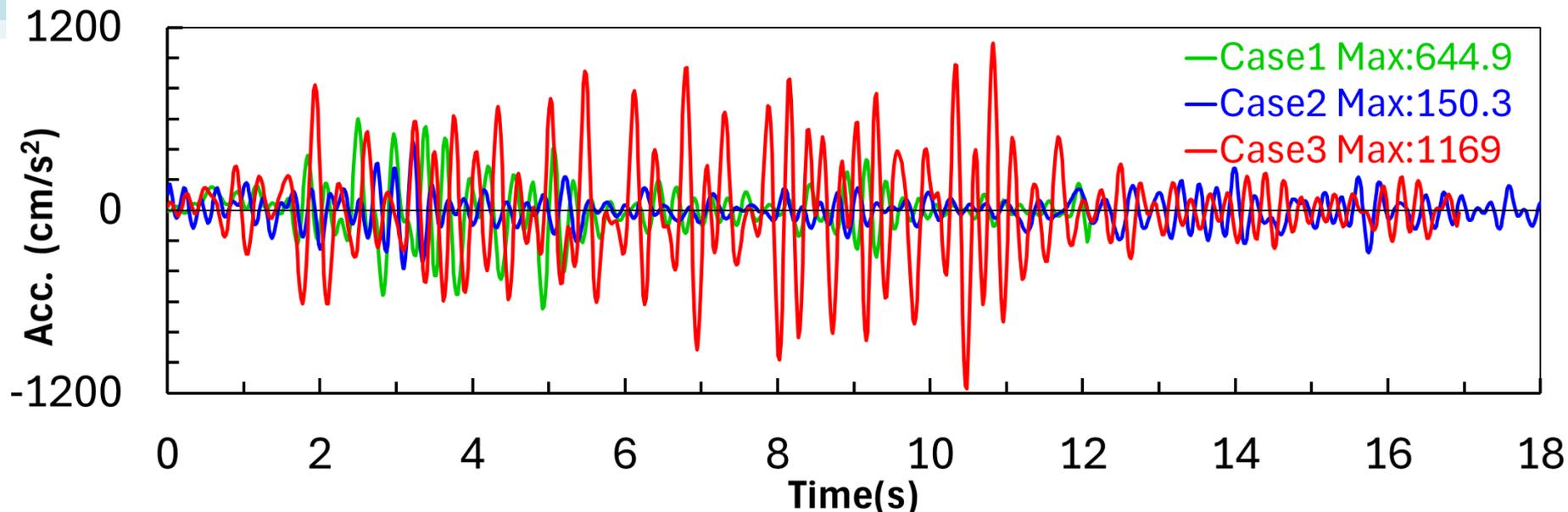
左右方向の頭部変位



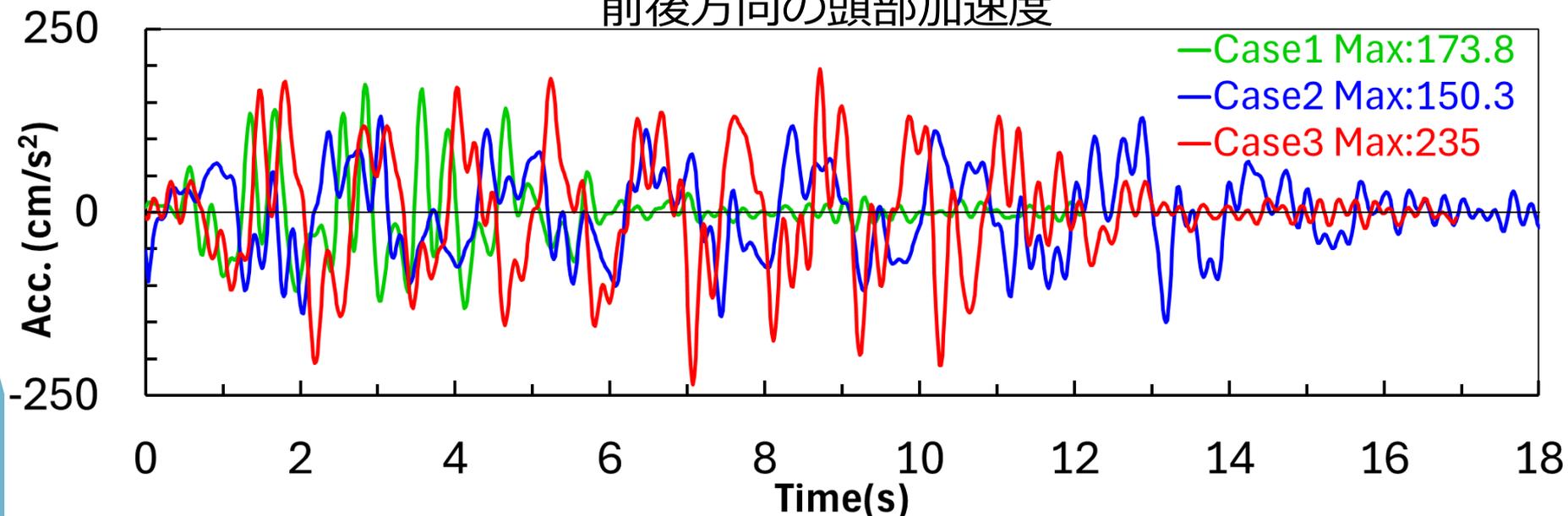
前後方向の頭部速度



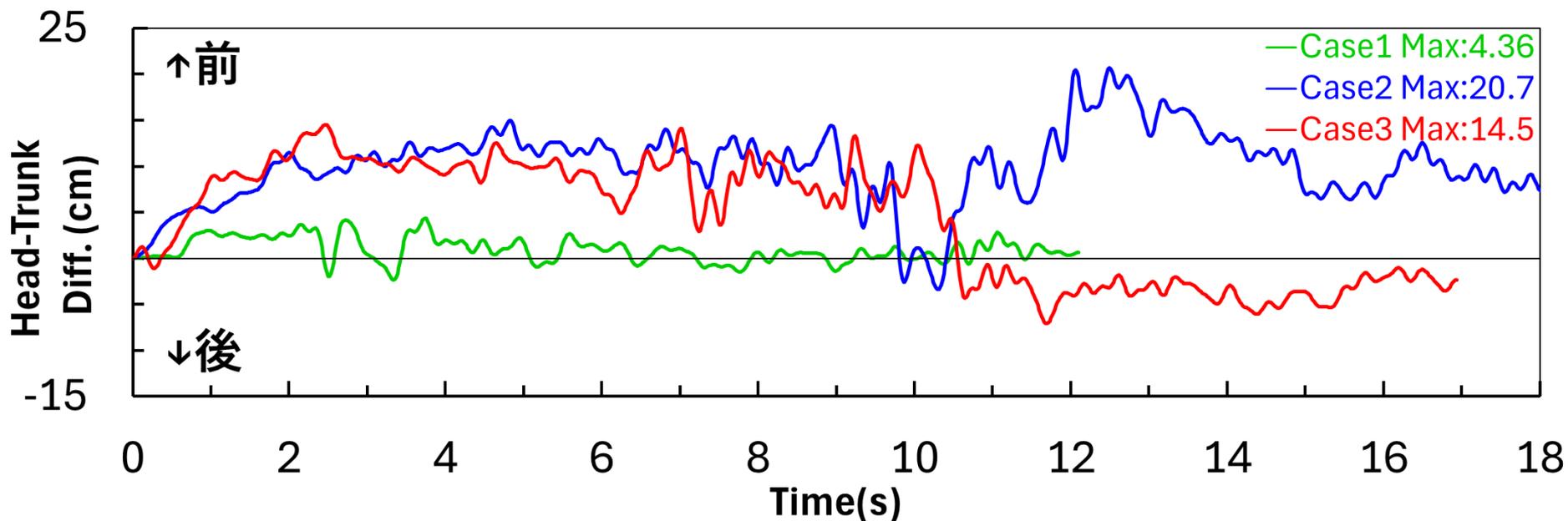
左右方向の頭部速度



前後方向の頭部加速度

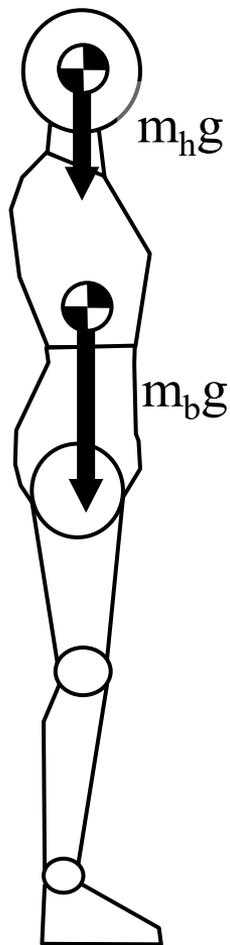


左右方向の頭部加速度

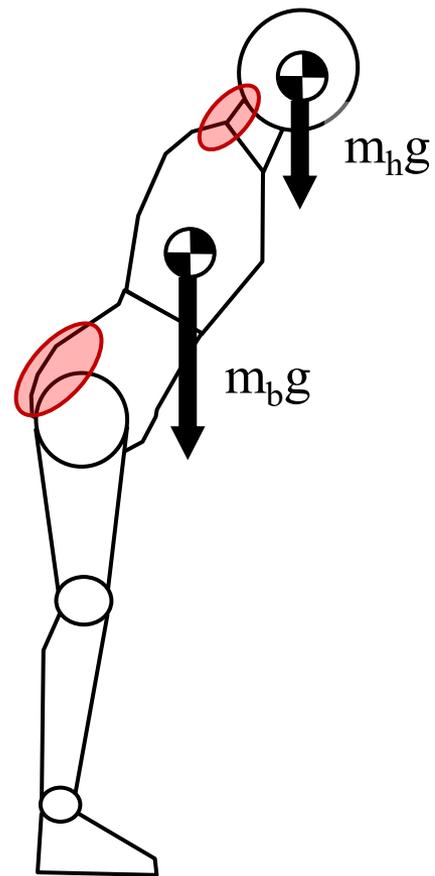


体幹部分に対する頭頂部分の相対変位（前後方向）

前傾姿勢



立位姿勢



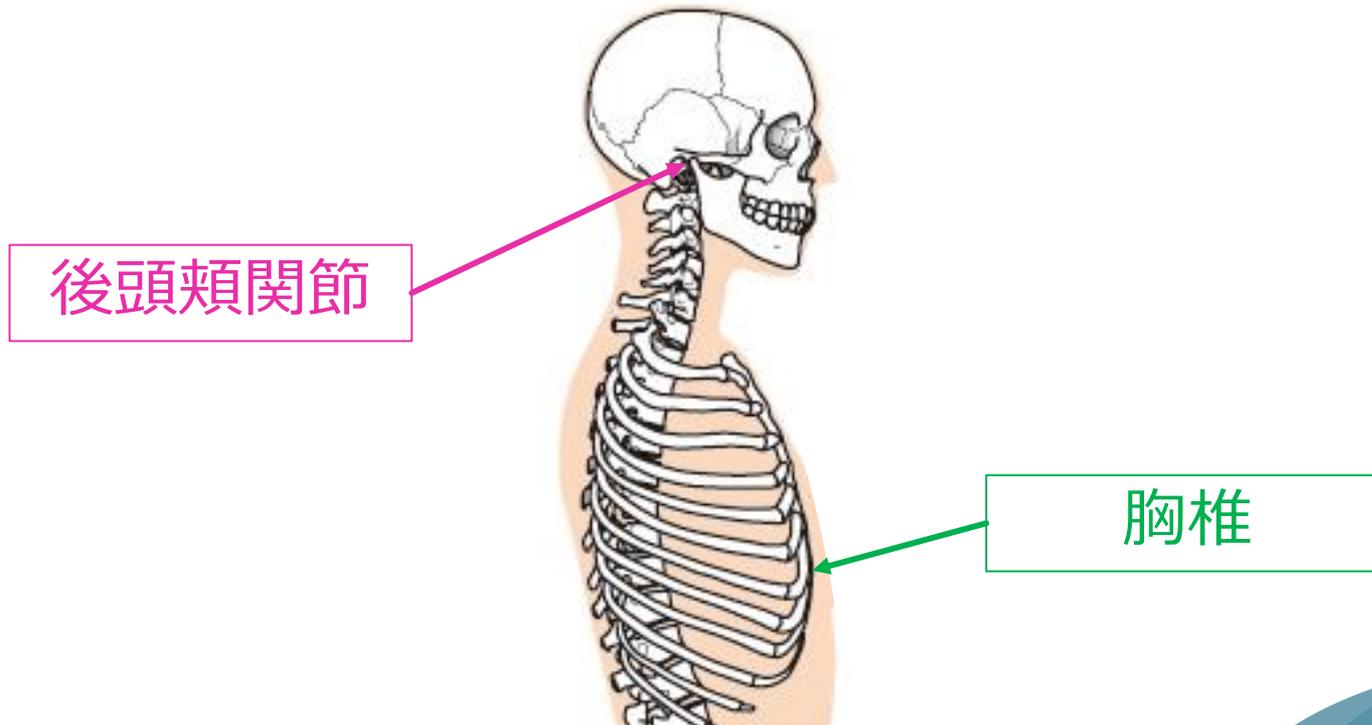
前傾姿勢

- ▶ 頸部障害基準 NIC (Neck Injury Criteria) : むち打ち損傷の判定指標

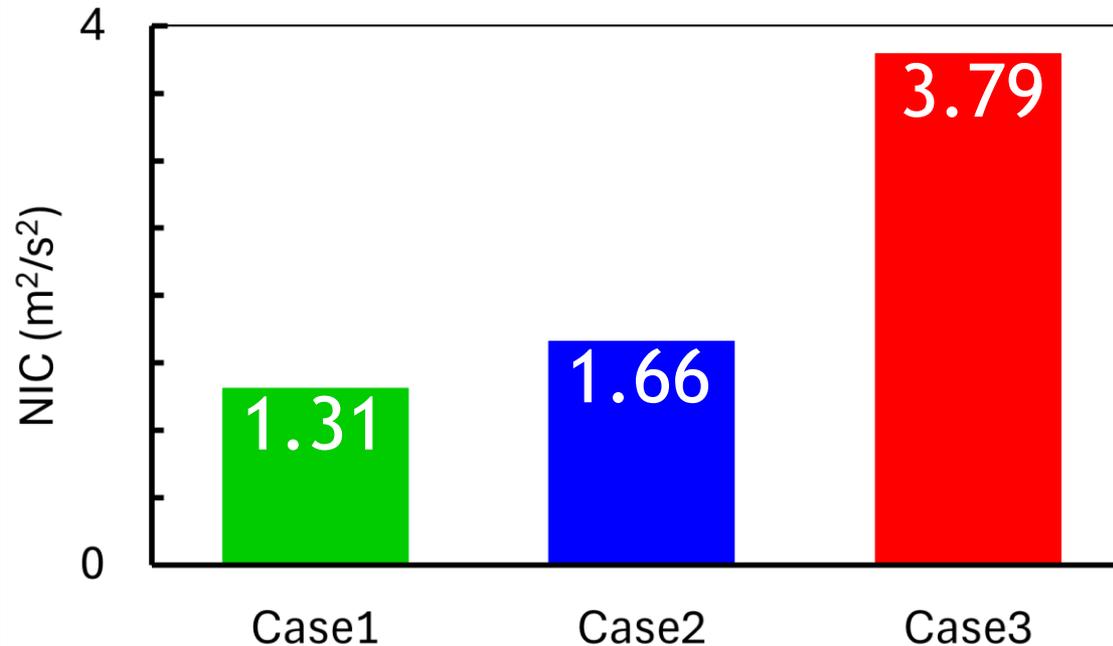
$$NIC = 0.2 \times a + v^2 \text{ (m}^2/\text{s}^2\text{)}$$

a : 胸椎-後頭頰関節間の水平方向相対加速度

v : 胸椎-後頭頰関節間の水平方向相対速度



▶ 最大 NIC の比較

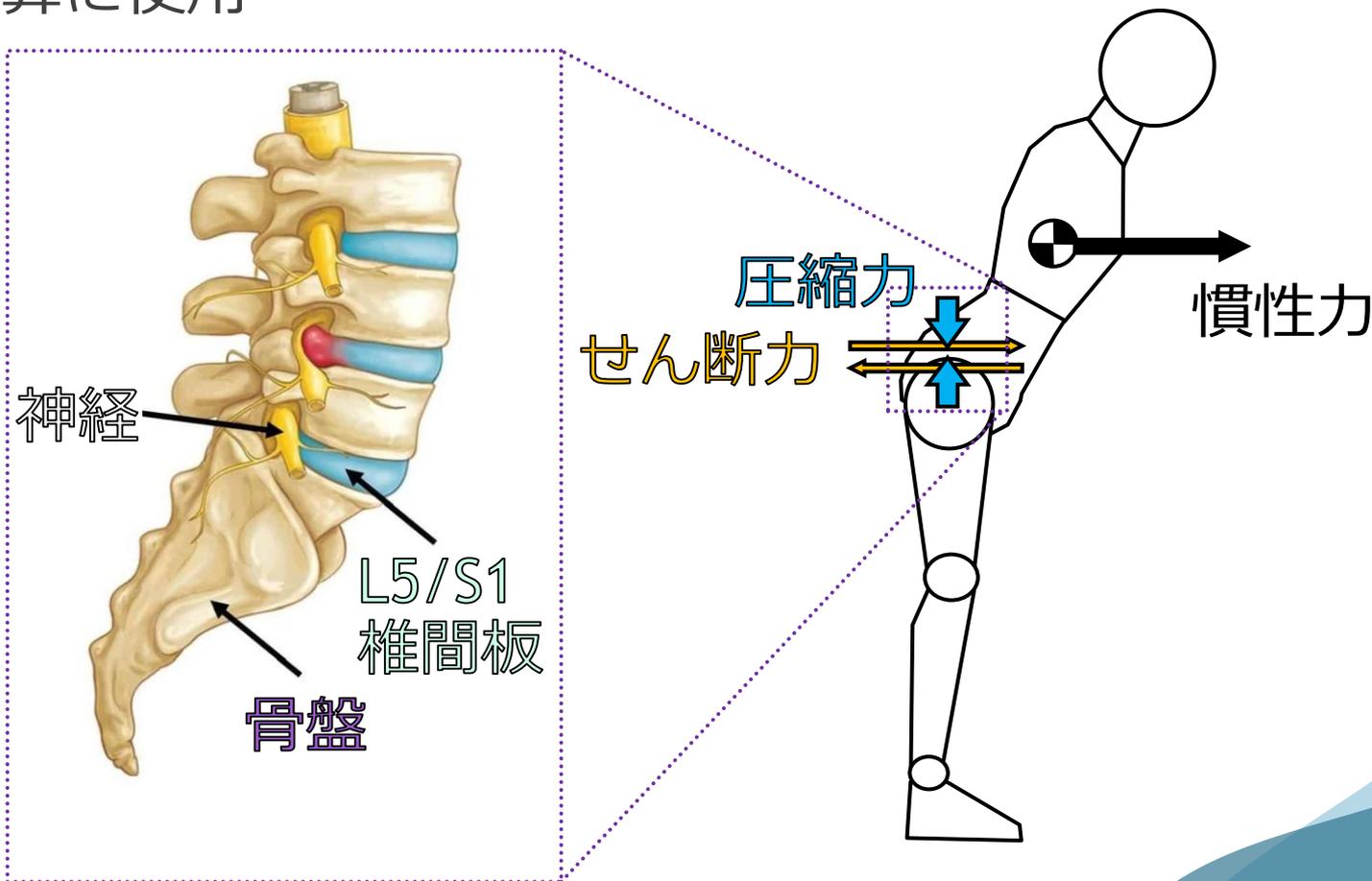


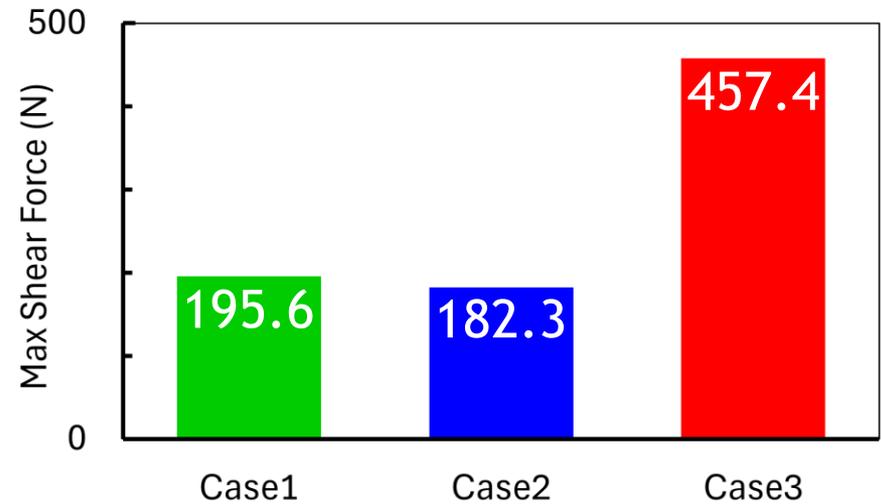
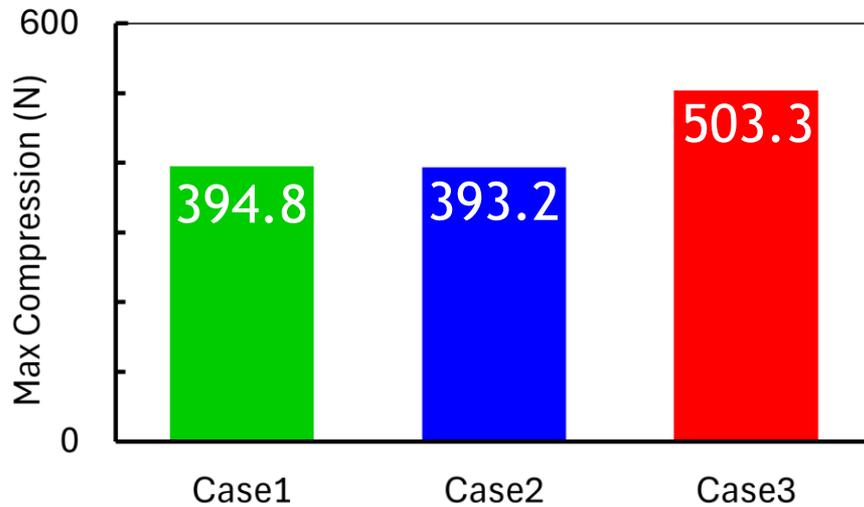
首の損傷限界閾値：15 m²/s²

Case 3 は閾値の 25.3 % に到達

→浸水時に速く歩く：頸部への負荷が大

- ▶ L5/S1 椎間板にかかる圧縮力，せん断力を身体各部の慣性力から検討
- ▶ Clauser らの身体部分の重心距離比および質量比を計算に使用





Case1と2であまり差がない

せん断力の推奨限界：
100回/日で1000 N,
100～1000回/日で700N



Case 3 は
46 %, 65 % に到達

→浸水時に速く歩く：腰部への負荷が大

▷浸水時に歩行する場合

- ・歩行速度が低下する
- ・前傾姿勢になる傾向が見られる

▷浸水時に急がずに歩行する場合

- ・腰部圧縮力・せん断力は通常歩行とあまり差がない

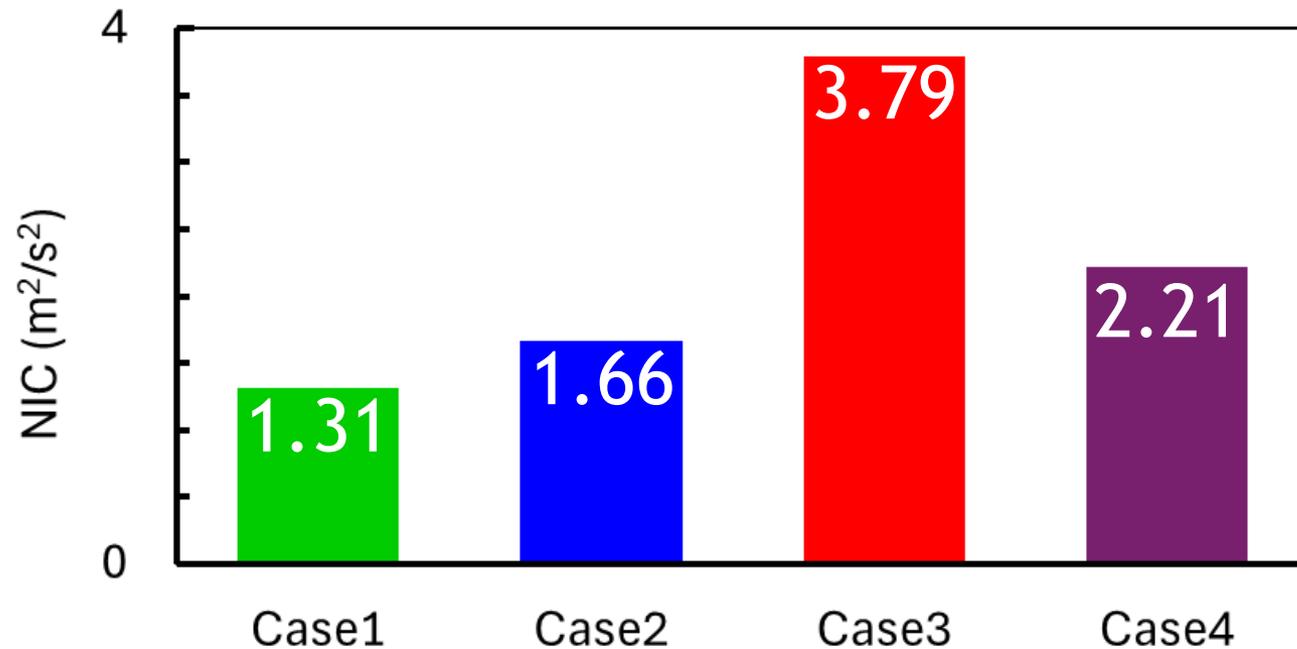
▷浸水時に速い歩行をする場合

- ・頸部への負荷が増大する
- ・腰部圧縮力・せん断力が大きくなる

補足資料

Case 4 : 水深 0cmで急いで歩行

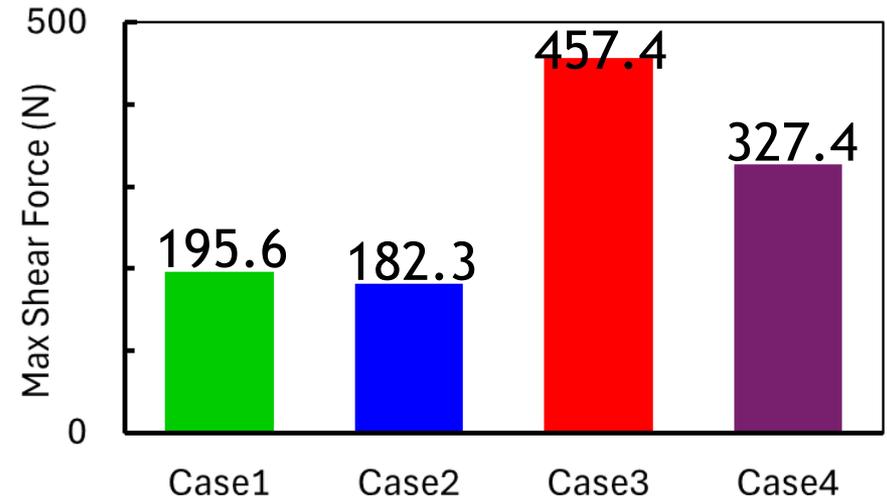
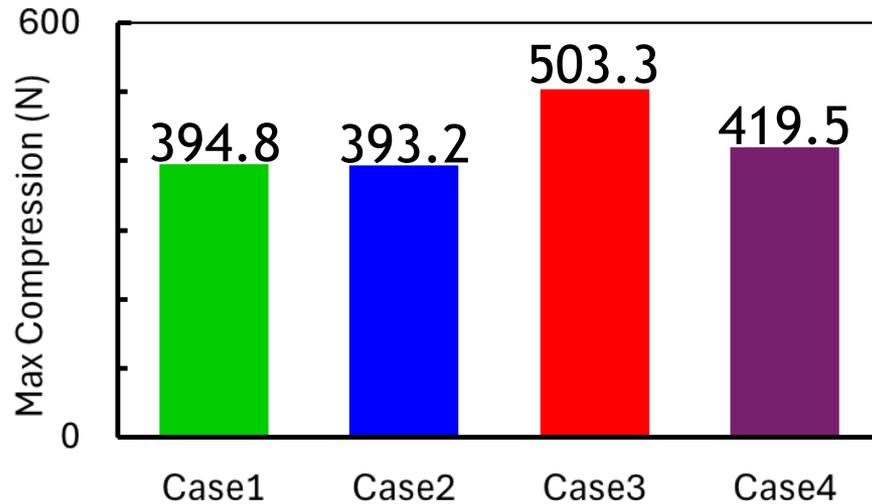
▶ 最大 NIC の比較



急いで歩行する場合：NICは増加

浸水時と通常歩行の差：1.5倍以上

Case 4 : 水深 0cmで急いで歩行



急いで歩行した場合：負荷が増加

浸水ありとなしでは大きな差