

転倒時の頭部外傷発生予防に効果的な 頭部保護帽の開発

穴田賢二¹

鴻巣敦宏¹

一色孝廣¹

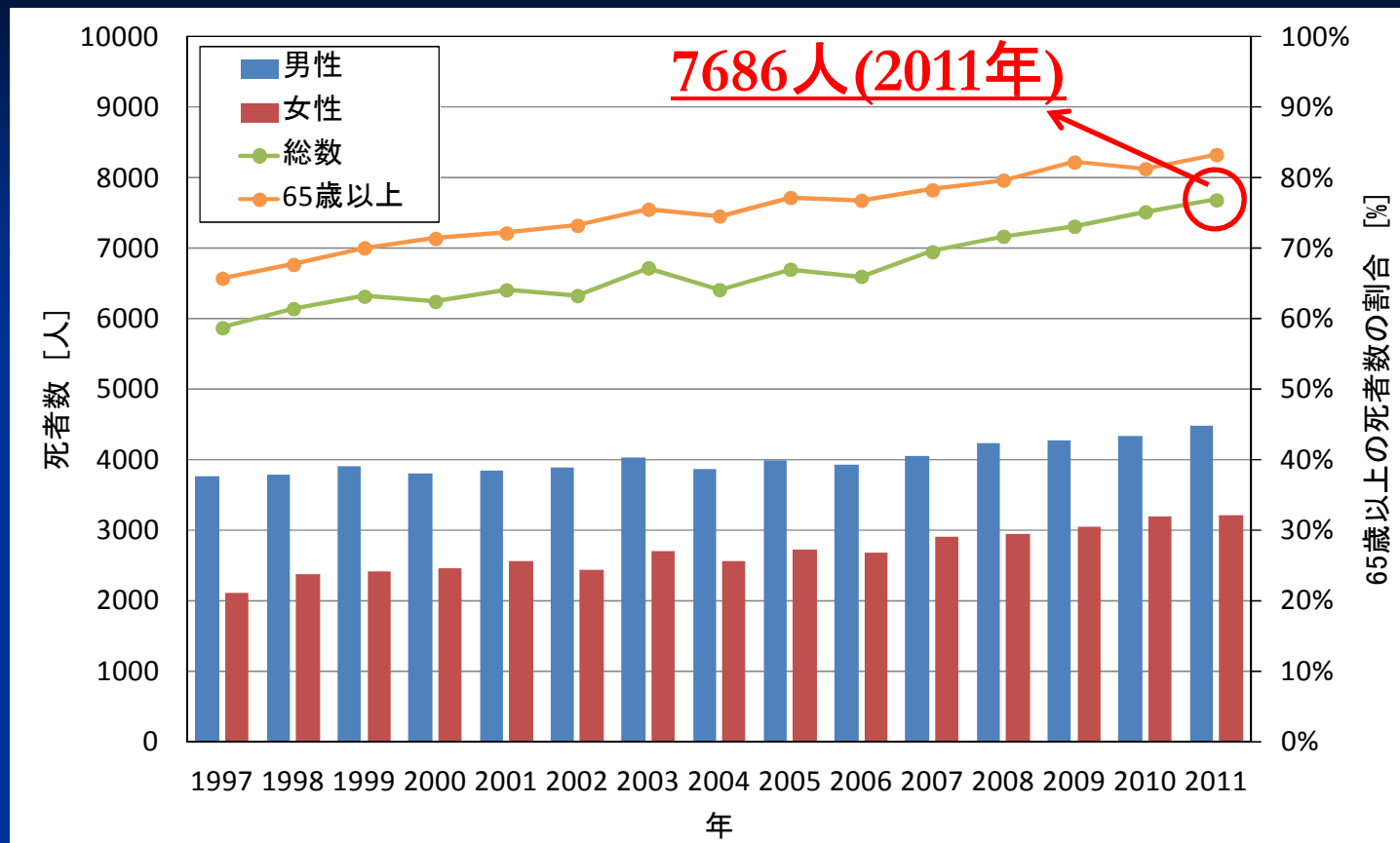
森久見子²

森田敏昭³

吉成哲⁴

1. 一般財団法人日本自動車研究所(JARI)
2. 株式会社特殊衣料
3. 東京造形大学
4. 北海道立総合研究機構

転倒事故による死者発生状況



転倒・転落事故による死者数の推移 (厚生労働省・人口動態統計)

- ・転倒事故による死者数は年々増加傾向 (7686人, 2011年)
- ・交通事故による死者数 (4612人, 2011年) よりも多い。
- ・高齢者が大半を占める → 増加傾向が持続することが推測される。

転倒事故における安全対策

予防

(運動, 補助器具...)

被害軽減

(床面, プロテクター...)

コスト, 普及性

予防対策に
利用



頭部保護帽

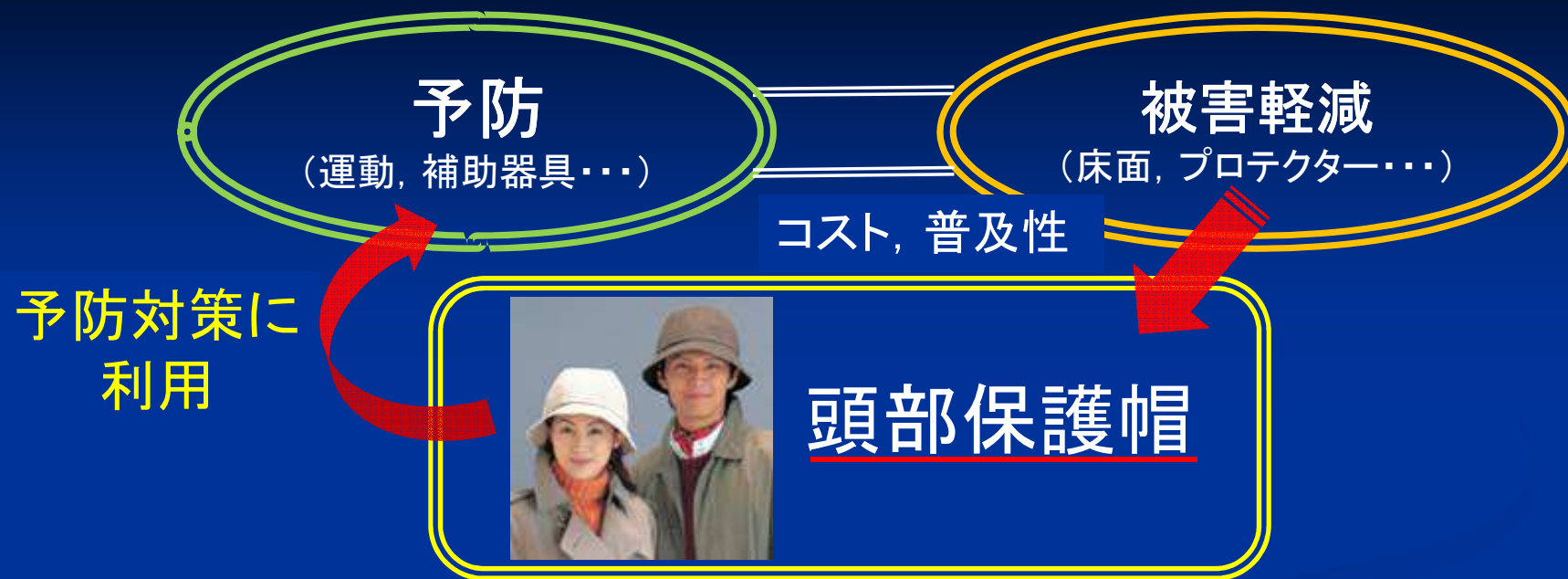
〈市販されている頭部保護帽〉

単に何らかの緩衝材を内蔵. 保護性能は不明確なものも多い.



自動車衝突実験

転倒事故における安全対策



〈市販されている頭部保護帽〉

単に何らかの緩衝材を内蔵. 保護性能は不明確なものも多い.

⇒ 自動車に関する知見を活用できないか？

本研究の目的

自動車の衝突安全に関する知見を活用し,
より安全な頭部保護帽の開発

緩衝材の選定

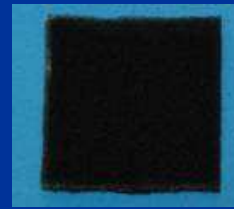
7種類の素材を用意し、同一条件下で衝撃吸収性能試験を実施

素材1



発泡スチロール
通気性:なし

素材2



発泡ウレタン
ろ過シート
通気性:高い

素材3



ポリウレタンフォーム
通気性:なし

素材4



発泡ウレタン
クッションシート
通気性:低い

素材5



合成ゴムシート
通気性:なし

素材6



ポリエチレンビーズ
通気性:高い

素材7



発泡ポリエチレン
シート
通気性:なし

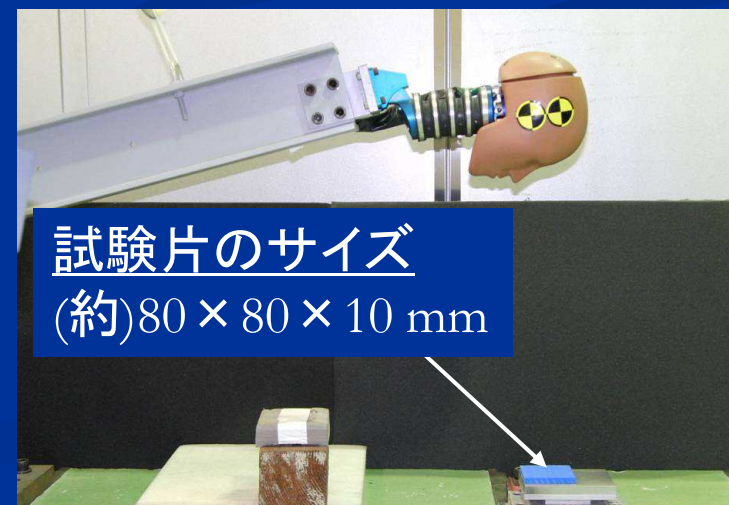
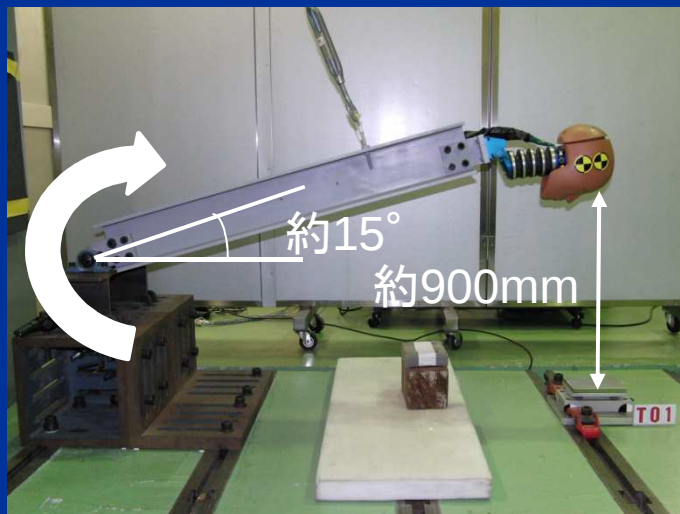
衝撃吸収性能試験

実験装置

- ・胴体部はH鋼，頭頸部にはダミー（Hybrid III 50th Mail Dummy）を使用
- ・質量47.8kg. 回転中心から頭頂まで約1500mm.
（日本人70歳代男性平均 身長:1.605m 体重:59.3kg）

実験条件

- ・角度約15°，高さ約900mmから衝突面に落下
⇒緩衝材無し状態で頭部傷害基準（HIC）値≦2000の条件
- ・頭部3軸加速度からHIC値を算出
- ・各素材を用いて，複数回試験を実施



衝撃吸収性能試験装置



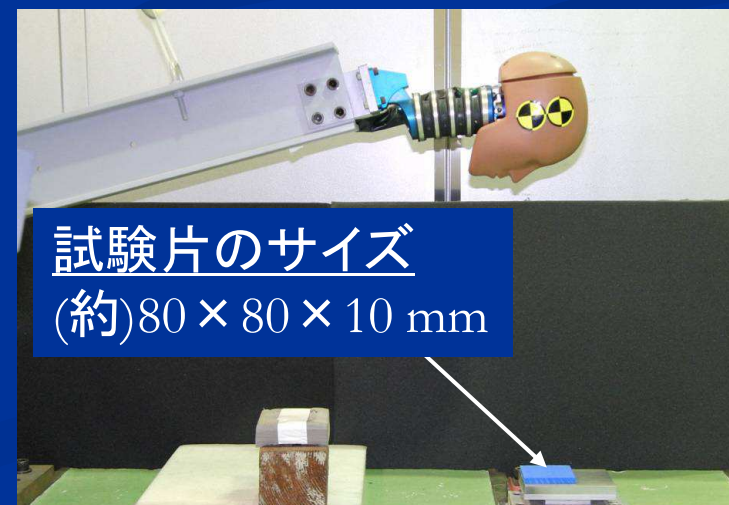
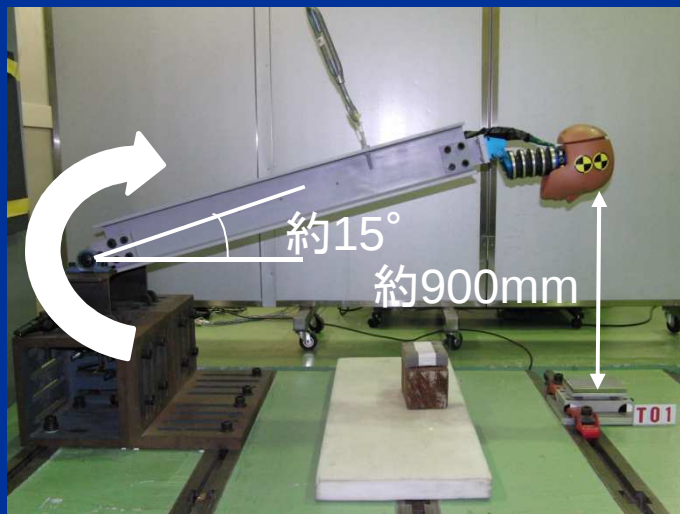
衝撃吸収性能試験

実験装置

- ・胴体部はH鋼，頭頸部にはダミー（Hybrid III 50th Mail Dummy）を使用
- ・質量47.8kg. 回転中心から頭頂まで約1500mm.
（日本人70歳代男性平均 身長:1.605m 体重:59.3kg）

実験条件

- ・角度約15°，高さ約900mmから衝突面に落下
⇒緩衝材無し状態で頭部傷害基準（HIC）値≦2000の条件
- ・頭部3軸加速度からHIC値を算出
- ・各素材を用いて，複数回試験を実施



衝撃吸収性能試験装置

衝撃吸収性能の評価方法

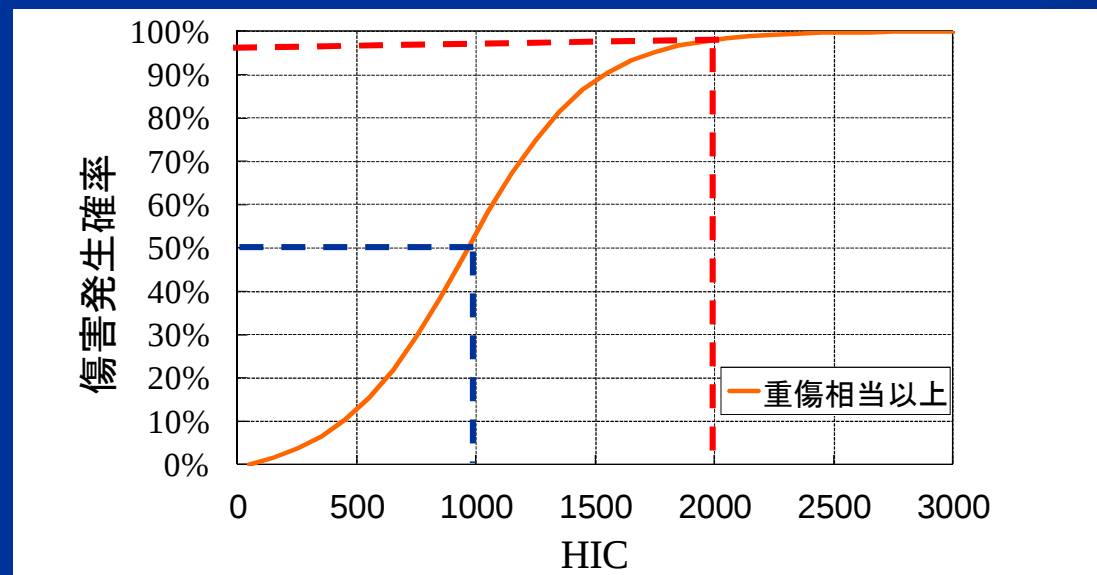
HIC (Head Injury Criterion: 頭部傷害基準)

頭部損傷を評価する指標。自動車の安全性評価試験などに用いられている。

$$HIC = \left\{ \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{\max}$$

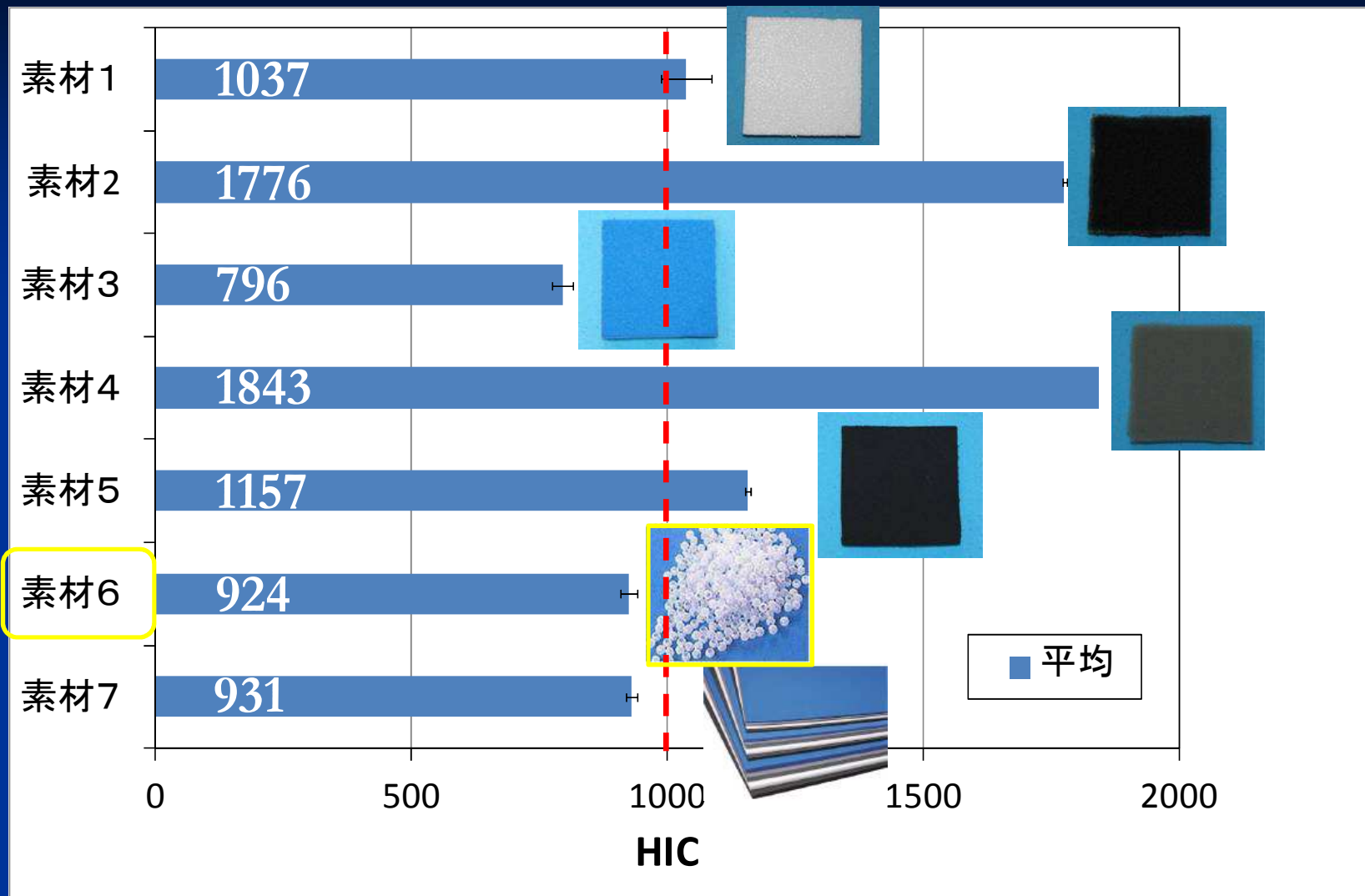
a: 頭部重心並進合成加速度[G] t_1, t_2 : 積分開始, 終了時間

ただし, t_1, t_2 は HIC が最大になるように選択しなければならない



HIC値と傷害発生確率の関係

各素材の衝撃吸収性能試験結果



- ・重傷リスクを半減以下 (HIC1000以下) にできる緩衝材は3つ
- ・快適性の達成に必要な通気性や柔軟性を確保可能なのは, 素材6

頭部保護帽の製作



開発した頭部保護帽(abonet + JARI)

- ・全周囲(前後左右, 頭頂)に緩衝材を配置.
⇒ いずれの方向の転倒に対しても衝撃吸収可能
- ・頭頂の緩衝材は出し入れ可能
- ・外観は自然
- ・重さは市販の頭部保護帽の中でも軽量

日常生活において
着用可能

頭部保護帽の製作

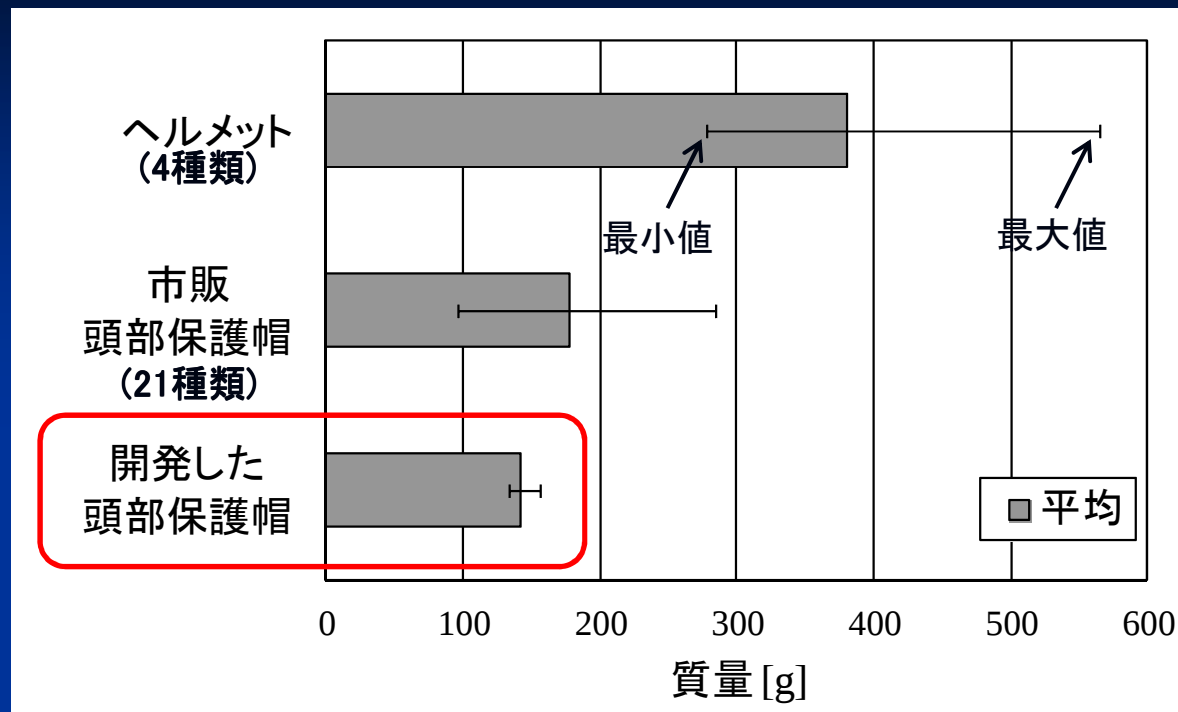


開発した頭部保護帽(abonet+JARI)

- ・全周囲(前後左右, 頭頂)に緩衝材を配置.
⇒ **いずれの方向の転倒に対しても衝撃吸収可能**
- ・頭頂の緩衝材は出し入れ可能
- ・外観は自然
- ・重さは市販の頭部保護帽の中でも軽量

**日常生活において
着用可能**

頭部保護帽の製作



質量の比較

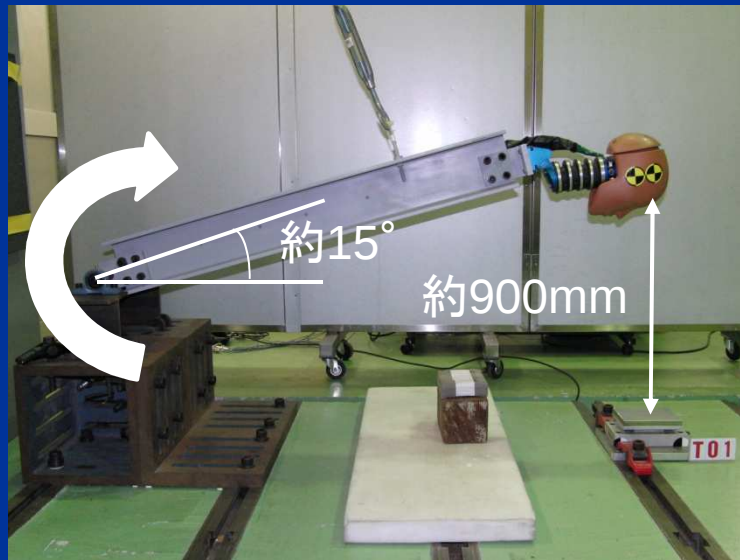
- ・全周囲(前後左右, 頭頂)に緩衝材を配置.
⇒ いずれの方向の転倒に対しても衝撃吸収可能
 - ・頭頂の緩衝材は出し入れ可能
 - ・外観は自然
 - ・重さは市販の頭部保護帽の中でも軽量
- 日常生活において
着用可能

開発した頭部保護帽の衝撃吸収性能

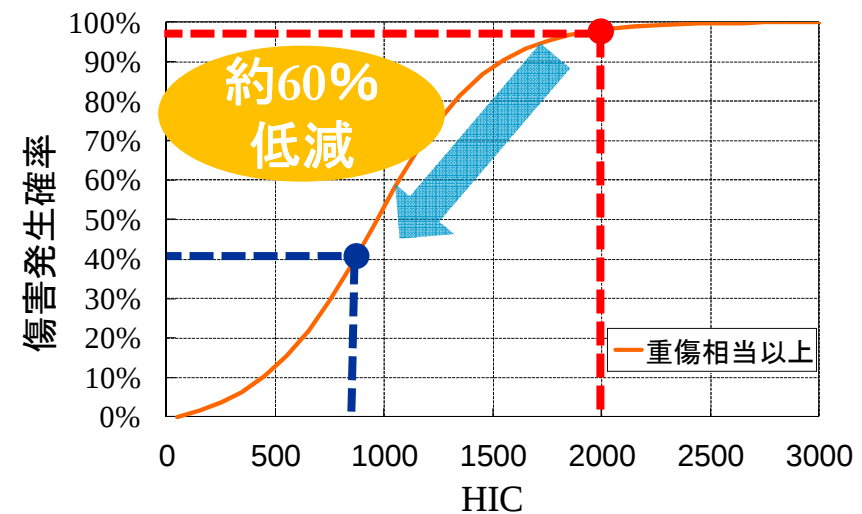
- ・緩衝材選定時と同様の衝撃吸収性能試験装置を使用

実験条件

- ・角度約15°，高さ約900mmから衝突面に落下
⇒無帽状態で頭部傷害基準(HIC)値≒2000の条件
- ・頭部3軸加速度からHIC値を算出
- ・前頭部，後頭部および側頭部など代表的な衝突位置を複数選択



衝撃吸収性能試験装置



試験結果

まとめ

本研究では、自動車の衝突安全に関する知見を活用して、より安全な頭部保護帽の開発を行った。

- 自動車の安全評価試験などに用いられる頭部傷害基準を用いて、数種類の緩衝材の衝撃吸収性能試験を実施した。その結果、安全性と通気性に優れたポリエチレンビーズを緩衝材として採用することとした。
- 選定したポリエチレンビーズを用いて頭部保護帽の製作を行った。製作した頭部保護帽は、市販されている頭部保護帽と比較して高い安全性能を有することがわかった。さらに無帽状態と比較して、重傷相当以上の傷害発生確率を60%低減することがわかった。

以上より、従来以上に安全な頭部保護帽の開発を行うことができた。