

出張報告書_ジャンボリア_Foodly運用における情報共有

1. 出張先：神奈川県横浜市保土ヶ谷区峰沢町259-1
2. 日時：2022年12月9日
3. 同行者（敬称略）：
 - 株式会社アールティ（以下、RT）
 - 中川友紀子
 - 農林水産省
 - 野口、八坂
 - 株式会社ジャンボリア（以下、ジャンボリア）
 - 山口、山崎、好本
4. 目的：
 - 実証実験で使用したFoodlyの回収
 - Foodly運用における情報共有
5. 訪問先：
 - ジャンボリア フードセンター
6. 出張概要：
 - ＜Foodly運用における情報共＞
 - RT社製協働ロボットであるFoodlyを運用した際における安全面に関する情報共有を実施した。
7. 結論
 - ジャンボリアと安全面に関する情報共有を実施した結果は次の通り。
 - Foodlyについてはアクチュエータの出力が低く衝突した際に危害が生じないため、現場作業者は全く怖がらずに作業できていた。
 - 現場作業者には日頃から労働安全に関するヒアリングを実施しているが、Foodlyについては特に挙がって来なかった。安全という面ではFoodlyは優れていると感じる。

以上.

Foodly 衝擊力試験

20221219 青木翔雷

試験の目的

- Foodlyとの協働作業において、Foodlyと人間との間に発生する力が、TS B 0033（ISO/TS15066）の付随書で示される基準値以下であることを検証する

使用機材

● 衝撃力測定器

- CoboSafe CBSF (センサ)

- http://www.excelinc.co.jp/robot_cbsf_basic.shtml

- CoboSafeVision (計測結果処理ソフトウェア)

- <https://www.gte.de/en/products/kraftdruckmessung/cobosafe-vision>

● Foodly

- 番号 : C5

- ソフトウェア : [wikiに記載→/user/ShotaAk/作業メモ foodlyの衝撃力試験](#)



表 A.2—生物力学的限界

身体領域	特定身体		準静的接触		過渡的接触	
			最大許容 圧力 ^{a)} p_s N/cm ²	最大許容力 ^{b)} N	最大許容圧 力乗数 ^{c)} P_T	最大許容力 乗数 ^{c)} F_T
頭部及び顔 ^{d)}	1	顔の中央	130	130	適用不可	適用不可
	2	こめかみ	110		適用不可	適用不可
顔 ^{d)}	3	そしゃく(咀嚼)筋	110	65	適用不可	適用不可
首	4	けい(頸)筋	140	150	2	2
	5	第七けい(頸)椎	210		2	2
背中及び肩	6	肩関節	160	210	2	2
	7	第五腰椎	210		2	2
胸	8	胸骨	120	140	2	2
	9	胸筋	170		2	2
腹	10	腹筋	140	110	2	2
骨盤	11	骨盤骨	210	180	2	2
上腕及び肘関節	12	三角筋	190	150	2	2
	13	上腕骨	220		2	2
前腕及び手首関節	14	とう(橈)骨	190	160	2	2
	15	前腕筋	180		2	2
	16	上腕神経	180		2	2
手及び指	17	人差し指の腹 D ^{e)}	300	140	2	2
	18	人差し指の腹 ND ^{e)}	270		2	2
	19	人差し指の末端関節 D ^{e)}	280		2	2
	20	人差し指の末端関節 ND ^{e)}	220		2	2
	21	ぼ(拇)指球	200		2	2
	22	てのひら(掌) D ^{e)}	260		2	2
	23	てのひら(掌)掌 ND ^{e)}	260		2	2
	24	手の甲 D ^{e)}	200		2	2
	25	手の甲 ND ^{e)}	190		2	2
	26	大たい(腿)及び膝	250	220	2	2
膝	27	膝頭	220		2	2
下たい(腿)	28	すね(脛)の中心	220	130	2	2
	29	ちょうけい(脛脛)筋	210		2	2

測定シチュエーション：接触箇所

TS B 0033の表A.2 生物力学的限界を参考にし、考えるべき接触箇所を、Foodlyとの協働作業で起こりうる以下の項目に限定する。

● 手及び指、上腕、前腕

このうち、最も許容力が小さい「**手及び指**」を基準値として測定結果を評価する。

※最大許容力：準静的：140N、過渡的：280N

※頭、顔の過渡的接触は許されないため、対象外とする。



測定シチュエーション：接触状況

Foodlyと作業者との間で起こりうる以下の接触について、衝撃力を測定する

1. 食品ピッキング時、Foodlyのトングと番重との間に作業者の手が挟まる
 - a. 測定方法：ピッキング動作時のトング先端を、測定器に接触させる
2. 食品ピッキングから弁当へプレースする際に、Foodlyの肘が作業者に接触する
 - a. 測定方法：プレース動作遷移時の肘を、測定器に接触させる
3. Foodly内部基板の故障により腕が脱力し、Foodlyの腕とベルトコンベアの間
に作業者の手が挟まる
 - a. 測定方法：電源を落とした状態の腕を持ち上げ、落下させ、測定器に接触させる

その他

- トングの衝撃力測定時には、通常トングと樹脂トングの2種類を使用する
- 左：通常トング
 - Foodlyで広く使われているトング
 - 先端が曲がりやすいため、衝撃力を吸収する可能性あり
- 右：樹脂トング
 - Foodlyで使われる可能性のある、3Dプリンタ製のトング
 - 通常トングより衝撃力を吸収しにくい



測定結果

結果一覧

1. 食品ピックアップ時、Foodlyのトングとの接触

- a. 通常トング：過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回る
- b. 樹脂トング：過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回る。過渡的接触については基準値に近いため要注意。

2. 食品プレス時、Foodlyの肘との接触

- a. 過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回る

3. 脱力した腕との接触

- a. 過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回る

計測結果計算シート：

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1SecUV12A2Mu11ib677JZtOUIfcd_KvvdN1YdJe4-mr8/edit#gid=0



①-1 トング先端の接触（通常トング）

- 正面に設置した計測器に対してトングを突き刺す動作で計測
- 試験スクリプト：[measurement01_tong.py](#)
- 速度設定：2点間の目標移動時間0.2 secにして、できるだけ早く動かす

※通常使用時のFoodlyより速い動作

※これ以上早くすると軌道追従が間に合わないため

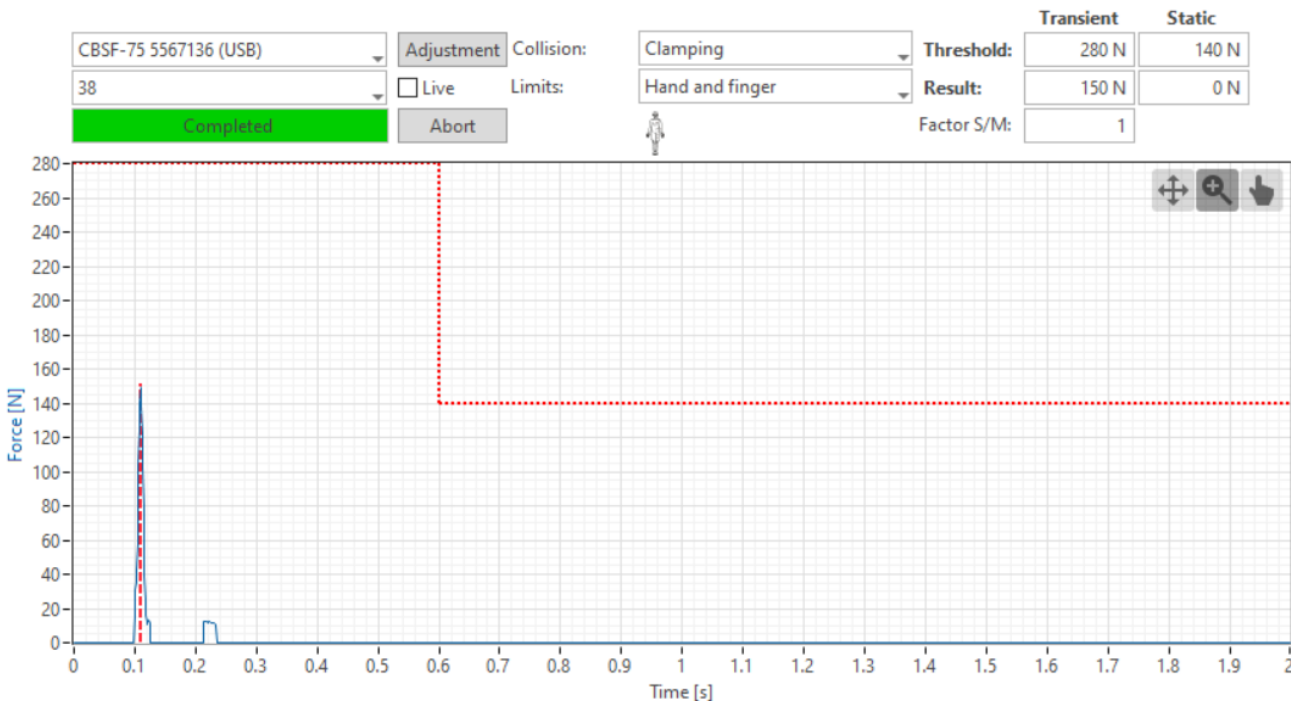


①-1 トング先端の接触（通常トング）：結果

- 過渡的接触の最大値が150Nのため、基準値280N以下である
 - 平均値 143 ± 5 N (n=5)
- 準静的接触の値は1N未満であった

考察

- 過渡的接触、準静的接触ともに基準値を大きく下回るため、通常ピッキング動作時の人への危害リスクは少ないと考えられる
- Foodly制御ソフトウェアがトルクリミットを実装しているため、1N以上の準静的接触を計測できなかったと考えられる



①-2 tong先端の接触（樹脂tong）

- 通常tongと同じ条件、同じ動作で計測を実施
- 動作速度、計測器への進入角度も同じとする
- 試験スクリプト（通常tong試験と同じスクリプト）：

[measurement01_tong.py](#)

※通常使用時のFoodlyより速い動作

※これ以上早くすると軌道追従が間に合わないため

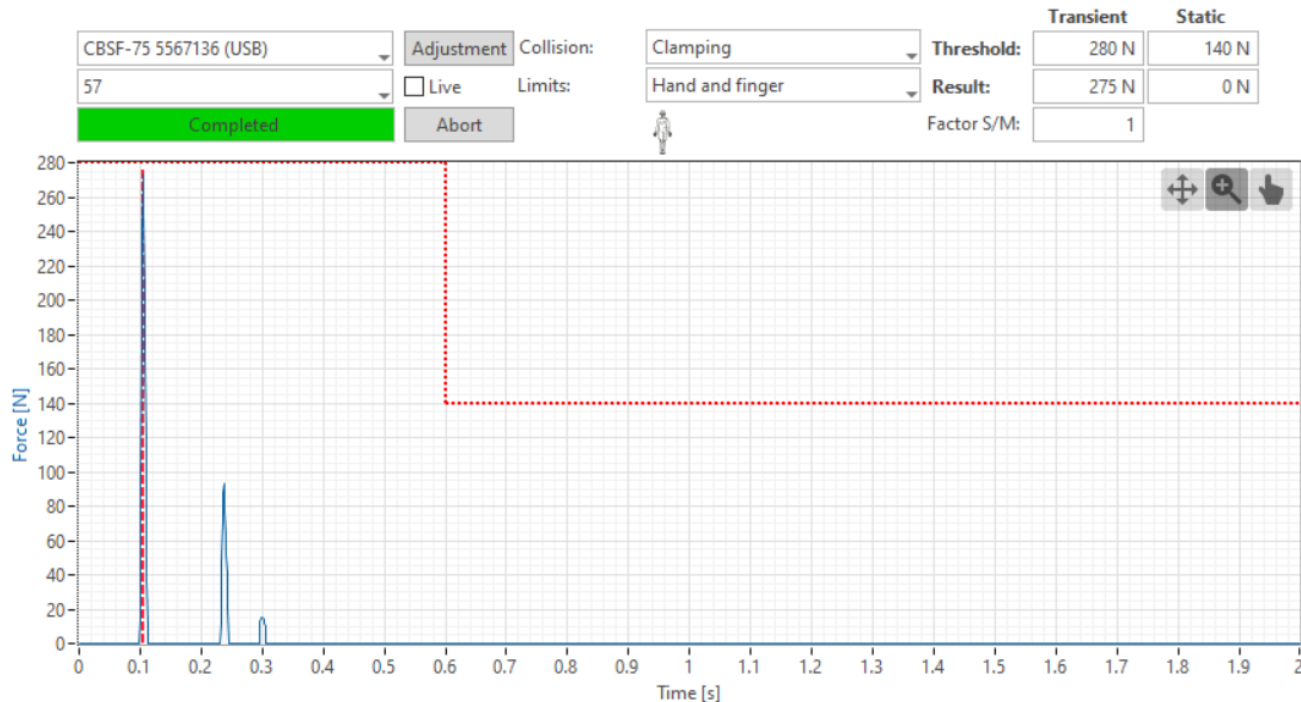


①-2トング先端の接触（樹脂トング）：結果

- 過渡的接触の最大値が275Nのため、基準値280N以下である
 - 平均値 273 ± 2 N (n=5)
- 準静的接触の値は1N未満であった

考察

- 過渡的接触は基準値に近い値を観測している。トングの当たりどころが悪ければ、基準値を上回る可能性あり。
- Foodly制御ソフトウェアがトルクリミットを実装しているため、1N以上の準静的接触を計測できなかったと考えられる



②肘の接触

- 後ろ方向に腕を動かしたときの肘部の衝突試験
- 試験スクリプト：[measurement02_elbow.py](#)
- 速度設定：2点間の目標移動時間0.3 secにして、できるだけ早く動かす

※通常Foodlyより速い

※これ以上早くすると軌道追従が間に合わない

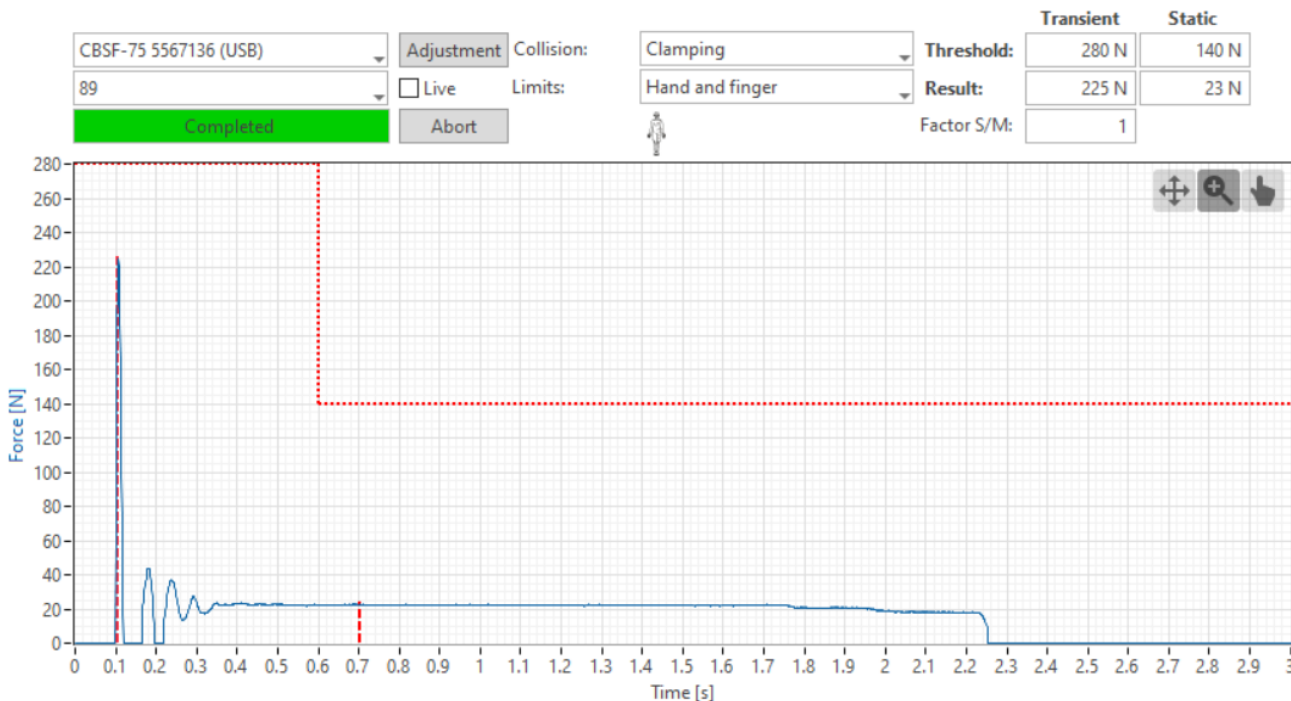


②肘の接触：結果

- 過渡的接触の最大値が225Nのため、基準値280N以下である
 - 平均値 222 ± 2 N (n=5)
- 準静的接触の最大値が23Nのため、基準値140N以下である
 - 平均値 22 ± 1 N (n=5)

考察

- 過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回るため、通常プレイス動作時の人への危害リスクは少ないと考えられる



③脱力した腕との接触：落下試験

- 腕が脱力した状態での落下による衝撃試験
- 試験スクリプト：なし
- 測定器の測定面が地面から0.9 mの位置に来るように配置する
 - 0.9: Foodlyで使用するベルコン高さ
- Foodlyの手首をFoodlyロゴ下部の位置に運ぶ
 - ロゴ下部：待機時の手首位置（foodly原点から0.32mの位置）
- 手を離し、腕を自由落下させ衝撃力を測定する

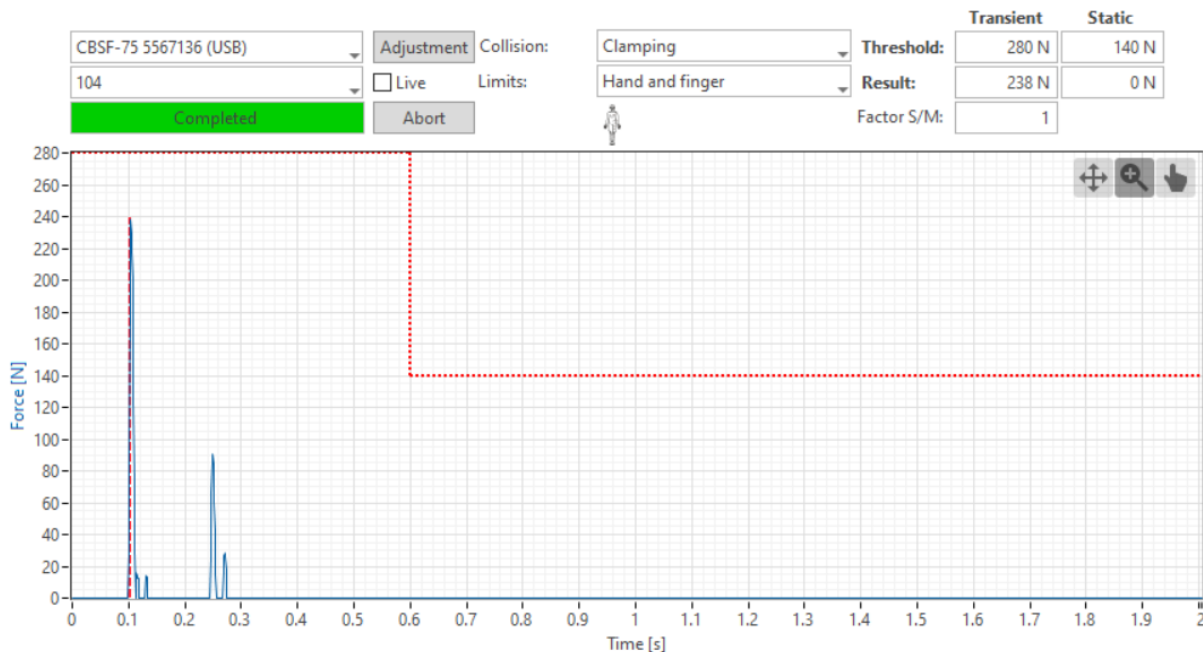


③脱力した腕との接触：結果

- 過渡的接触の最大値が238Nのため、基準値280N以下である
 - 平均値 199 ± 45 N (n=10)
- 準静的接触の最大値が18Nのため、基準値140N以下である
 - 平均値 2 ± 6 N (n=10)
 - 1N以上の値が取れたのは1回のみ

考察

- 過渡的接触、準静的接触ともに基準値を下回るため、脱力時の人への危害リスクは少ないと考えられる
- まれに腕の重量分の衝撃力が準静的接触として検出されるが、基準値を下回るため問題ない。



本グラフは準静的接触が0[N]の結果を示したときのデータ

出張報告書_COBOTTA PRO実機確認

1. 出張先：〒135-0064 東京都江東区青海2-4-32 タイム24ビル10階

2. 日時：2022年12月21日

3. 同行者（敬称略）：

- 株式会社アールティ（以下、RT）
 - 中川友紀子、城尾将史、原功、青木翔雷、安江達也
- 農林水産省
 - 高畠、野口、八坂（オンライン）
- 長岡科学技術大学
 - 木村（オンライン）
- 立命館大学
 - 平井（オンライン）、王（オンライン）
- 株式会社デンソーウェーブ（以下、デンソーウェーブ）
 - 澤田（オンライン）
- 川崎重工業株式会社
 - 蓮沼（オンライン）
- 株式会社Octa Robotics
 - 鍋島（オンライン）
- 一般社団法人中部産業連盟
 - 山崎、藤平、寒河江
- 日本惣菜協会 荻野（オンライン）
- ジャンボリア 大野、設楽、好本、山口

4. 目的：

- COBOTTA PRO実証実験に向けた実機確認の実施

5. 訪問先：

- デンソーウェーブ 東京FAセンター

6. 出張概要：

<COBOTTA PRO実証実験に向けた実機確認>

- 2022年12月27日に実施するCOBOTTA PROの実証実験に向けて、ジャンボリアのフライ作業場に設置することを想定したレイアウトでのデモンストレーションを実施した。

- 当初はロボットとフライヤーの間に整列用のコンベアを設置していたが、スペース削減のために整列コンベアは外して、ロボットから直接フライヤーに食材を投入するレイアウトへ変更した。

7. 結論

- 有識者に実機を確認いただき、2022年12月27日に実施する実証実験へRTが開発したシステムを搭載したCOBOTTA PROを使用しても問題ないことを確認した。

以上.