

令和2年度成果報告書

革新的ロボット研究開発等基盤構築事業に係る ロボットフレンドリーな環境構築支援事業 (食品分野)

2021年3月

一般社団法人日本機械工業連合会
(補助先) キューピー株式会社

・盛付ロボット機械化に向けたプロジェクト

■惣菜盛り付け作業における課題

- 1. 惣菜製造業において約70万人が従事しており膨大な直労費（全食品工場の直労従事者の4割以上）
- 2. 重労働⇒人が集まらず賃金上昇（多くの作業者は、外国人）
- 3. 3密⇒コロナ禍のリスク大（密閉、密集、密接）
- 4. しかし、機械化がこれまで不可能（高い重量精度、品位が求められ、現行技術では、採算ベースの解は無い）
- 5. ロボット、人共存の全体最適化が困難

1. ロボット化コストを安く、簡単に

惣菜商品仕様見直し	ファミリーマート、マックスバリュ東海、ローソン、デリア食品、旬菜デリ
廉価ロボ設計	TechMagic
盛付ハンド	TechMagic、RT
AIビジョン	TechMagic、Exawizards
廉価システム構築	芝製作所

2. ロボット化の全体最適化、運用最適化

デジタルツイン 生産プロセス最適化	FAプロダクツ
AI需要予測	Groovenauts
量子コンピューター 人・ロボ混在シフト計算	Groovenauts

■取組テーマ及びパートナー企業

キューピーが間接補助事業者として各パートナー企業と取組実施

惣菜商品仕様見直し (ロボット盛付のモニタリング評価まとめと課題)

■目的

・ロボットで盛り付けた惣菜において、購入時に影響を与える要因を調査する

■評価サンプル

- ・対照アイテム : 自社工場、人による盛付した惣菜)
- ・テスト品 : ロボットにて盛付した惣菜)

■評価方法

- ①視覚評価 : 惣菜を週1回以上購入するキューピーグループ社員に写真によるモニター調査 (回答数: 332人)
- ②現物評価 : 個別インタビュー調査 (回答数: 惣菜開発経験者2名、商品開発関係者5名、一般3名で実施)

■モニタリング評価結果

◎見た目 (品位)

- ・小パック、中パックともに、**蓋と惣菜の噛み込み**が評価を落とした
- ・見た目の『**べちゃっと感**』(蓋への付着、立体感が無いこと)が続いた

◎重量

- ・ロボット盛付品は重量のバラつきがあるが、**重量に関する意見は少数**であった

サンプル仕様		見た目			重量		購入意向
容器	重量	ベタツキ	具材感	噛み込み	評価	誤差幅	
小	85g	△	△	×	○	±8.5g(約±10%)	△
中	165g	△	○	×	△	±13.5g(約±8%)	△

■今後の課題解決に向けて

- ・ロボット盛付けの見た目、重量課題を改善し、次のステップとして実際にロボットで盛付けた商品を**実際の店舗に陳列し、ロボフレ緩和策の許容度を確認するテスト販売を検討**する
- ・顧客意見及び計量法における目安精度 (誤差+10%、-4%) を考慮して**重量管理規格を定める**

【PCアンケート画面】



【個人インタビュー風景】



【具材噛み込み】



・実験ラインと試作ハンドによる盛付検証結果

■ 盛付モジュール実験



- ・ロボットによるポテトサラダの盛付実験を実施、見た目、重量バラつき等の品位に係る課題の抽出
- ・実証ライン仕様に向けたライン能力、低コスト化、ユーザーフレンドリーに向けた仕様検討を実施

■ ポテトサラダ盛付重量バラつき検証結果

- ・人手によるディッシャーでの重量バラつきをベンチマークに、重量バラつきに関する比較検証を実施
- ・ワーク由来による粘性、具材重量、番重内のピッキング位置等による各種重量バラつき要因を明確化
- ・現時点において、ロボット盛付で人手によるディッシャー盛付同等の重量バラつき精度を実現

(n=100)

	人手盛付 (ディッシャー)ベンチマーク	ロボット盛付 (①条件同様)	ロボット盛付 (具材除去)
平均重量(g)	57.4	75.3	74.3
重量ばらつき1σ(g)	4.1	4.2	3.2
MAX(g)	69.1	85.4	85.9
MIN(g)	46.1	66.2	66.1
備考	1回摺り切り動作での盛付	1個8gのジャガイモ塊等有り	キュウリ、ニンジンを除去

・盛付ハンド, AIビジョン及びロボットの要求仕様

惣菜盛付ロボット（ビジョン、ハンド）に対する要求仕様

■ 様々な食材への対応

- ・半固形・不定形・粘性の高い食材
（ポテトサラダ、おから、マカロニサラダ等）
- ・繊維状の食材
（ひじき煮物、スパゲッティ、千切りキャベツ等）
- ・細かいの食材
（ネギのみじん切り、チーズ、トッピング等）
- ・個数が指定されている食材
（煮物の具材、宅配キット具材等）

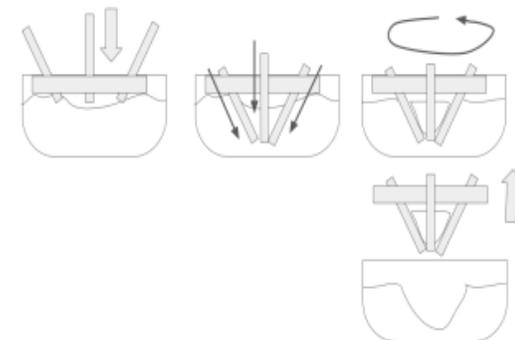
■ 重量精度への対応

- ・現状（人手）：重量 +0～3g
- ・ロボット盛付：重量 -4% ～ +10%(計量法目安)

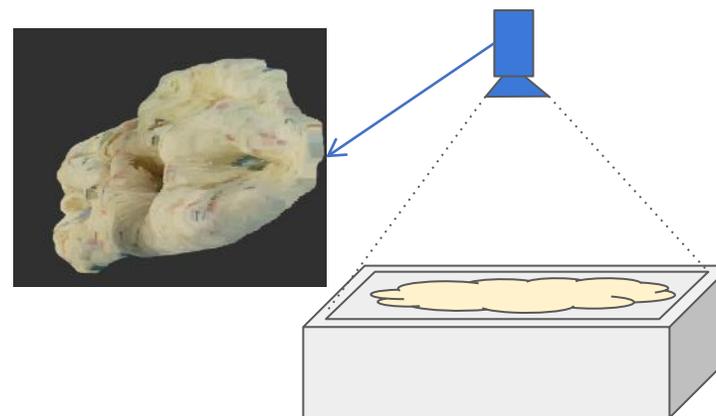
■ 衛生性

- ・殺菌、洗浄がしやすい構造と素材
- ・異物発生リスクの低減

【容積式試作ハンド（Tech Magic製）】



【低コストセンサによるAIビジョン】

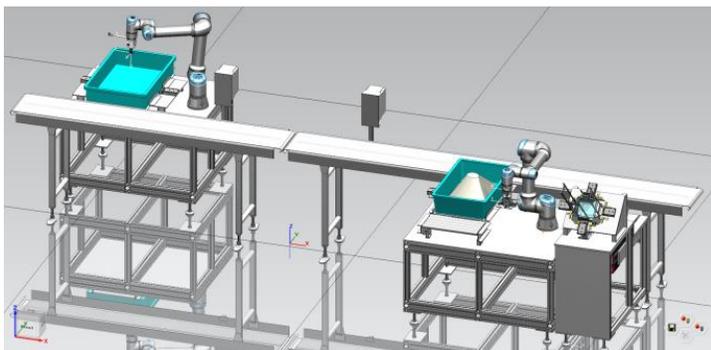


・実証ライン構築に向けた仕様策定

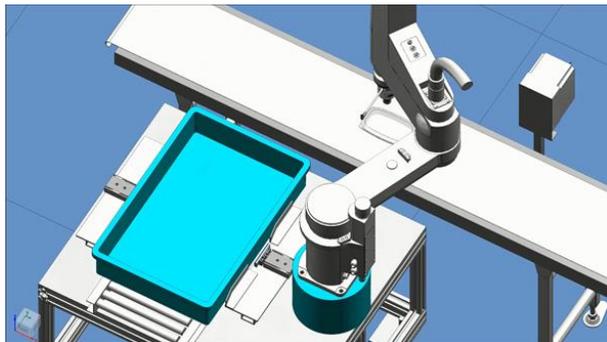
■ デジタルツイン（プロセスシミュレーション）による検証

実験ラインを3D上に再現し、ロボット種類、台数、タクトタイム、安全性等をシミュレーションにより検証し、実証ラインの仕様を検討

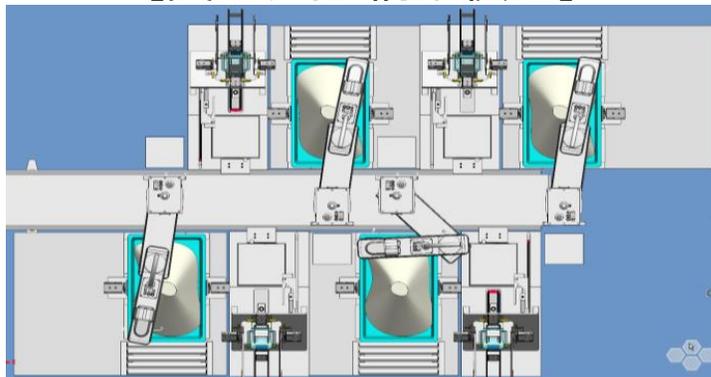
【実験ライン3D化】



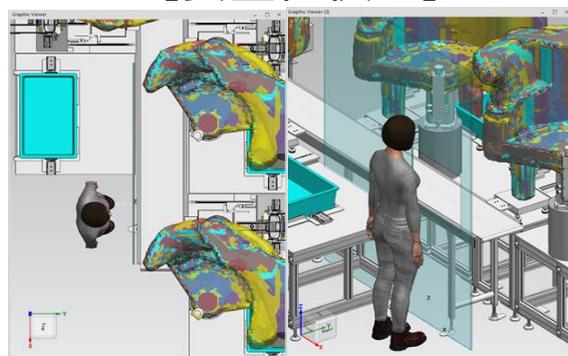
【スカラロボットへの変更検証】



【実証ライン構築検証】

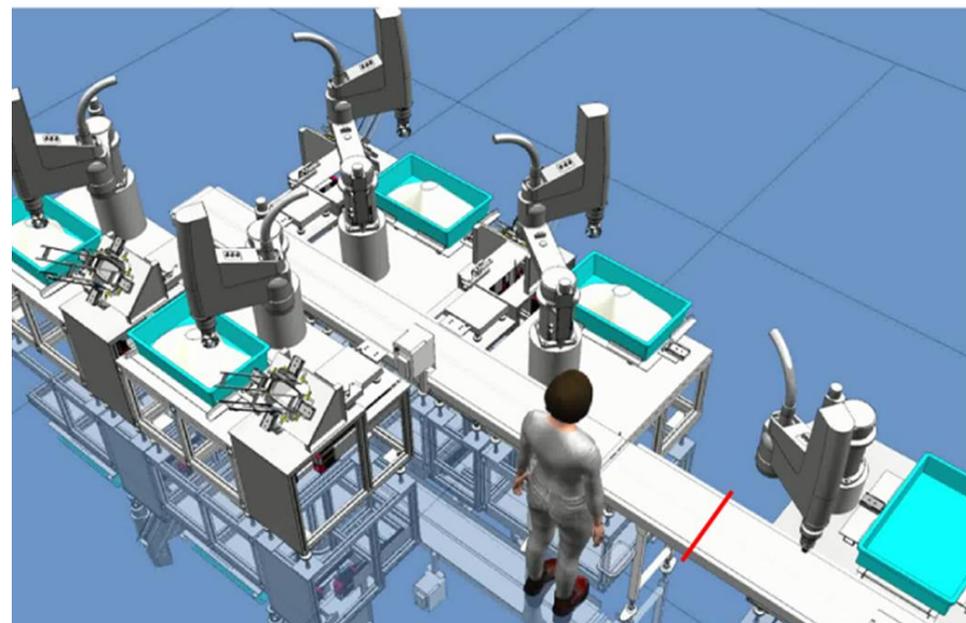


【安全性検証】



ロボットの動作範囲を特定し
安全対策検討

■ 動作シミュレーションによる実証ラインの改善検証

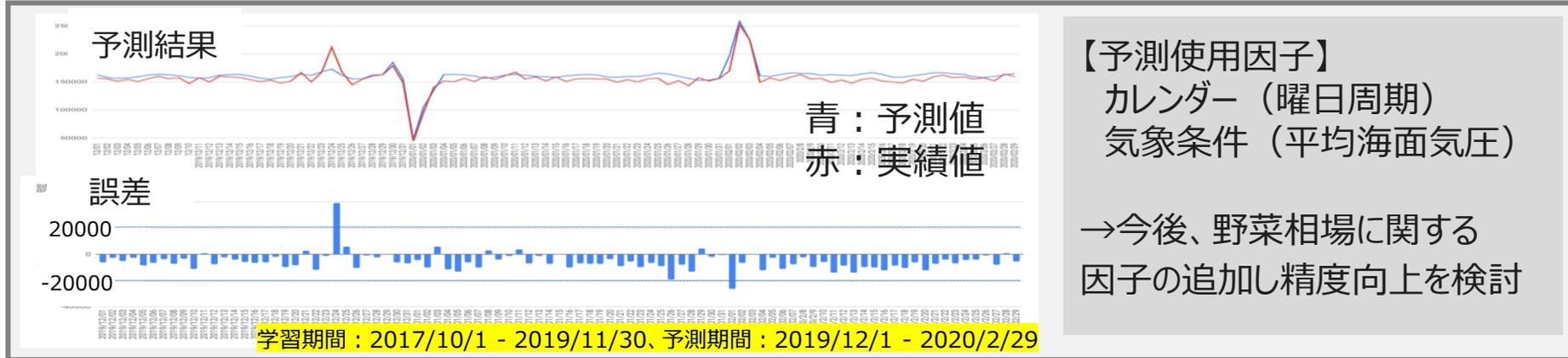


- ・動作範囲は中央で動ける様、ホームポジションを正面から40度傾いた方向に設置
- ・エルボが反転しない範囲で動かすために、番重中央よりもオフセットさせた位置が最適
- ・コンベア両側のロボットユニットをオフセット配置し、コンベア供給時に待ちが発生しない、及び各ロボット動作範囲が干渉しないことを考慮
- ・ユニットの設置位置をオフセットさせることで、片側に上蓋セットの作業エリアを確保

AI需要予測と協調領域データレイク検討及びシフト計算

■ 1. AI需要予測

カレンダー・気象条件・過去3年分の受注実績を元にパラメーターチューニングを行い、**需要予測精度平均誤差率3.78%**のモデル作成



■ 2. 協調領域データレイク検討

AI需要予測の予測因子データを集約するデータレイクの仕様検討

■ 3. 高速シフト計算

下記制約条件を満たし、需要予測から必要最小人員を量子コンピュータを用いて**約4分で計算可能なモデルを作成**

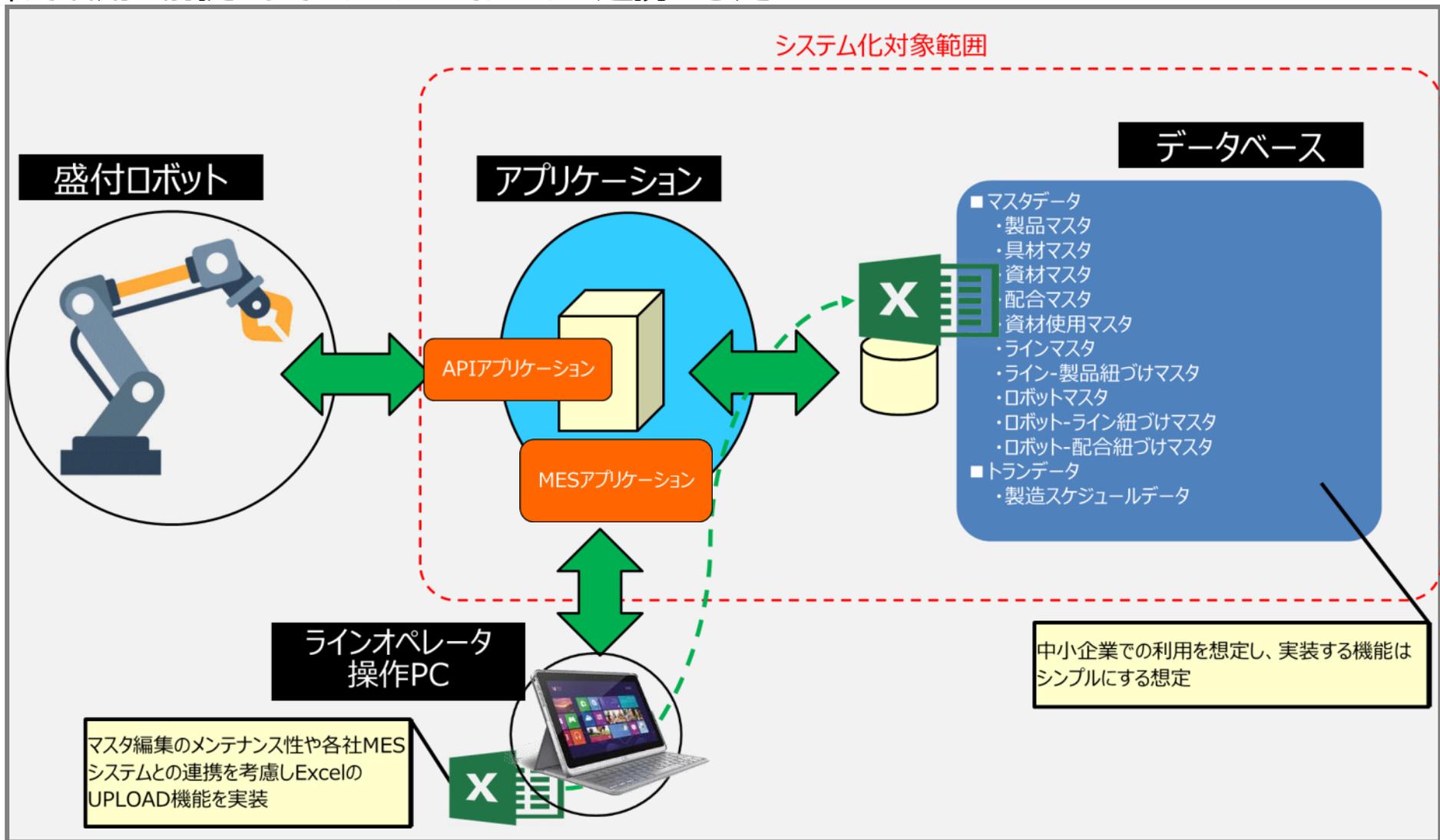
[シフト計算制約条件]

- ・ライン別の必要最小人数を按分して算出
- ・力量保持者の必要人員を満たす
- ・従業員の公休日と希望休を厳守する
- ・ロボットを最大限活用する生産計画

商品マスタとMES連携の検討

商品データベース（重量等）と生産計画をロボット連携させるためAPI仕様検討

幅広い企業で活用を前提としてExcelにてデータを連携を想定



以上