

平成24年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「画像処理を用いた薬剤分包機用計測モジュール  
およびカートリッジの開発」

研究開発成果等報告書

平成25年3月

委託者 四国経済産業局

委託先 公益財団法人えひめ産業振興財団

## 目 次

第1章 研究開発の概要	
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2 研究体制 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	5
1-3 成果概要	9
1-4 当該研究開発の連絡窓口	10
第2章 散剤量の測定に対応する画像処理アルゴリズムの開発	
2-1 粉流体量測定に関する画像処理アルゴリズムの研究	11
2-2 薬剤量の測定精度と処理演算量に関するデータ収集及び分析	12
2-3 画像処理アルゴリズムの選定	13
第3章 薬剤種を識別する高速画像処理アルゴリズムの開発	
3-1 薬剤種を識別する画像処理アルゴリズムと前処理アルゴリズムの研究	14
3-2 画像処理アルゴリズムの認識精度のデータ収集及び分析	16
3-3 画像処理アルゴリズムの選定	16
第4章 粉流体制御機構と画像処理の協調システムの開発	
4-1 粉流体制御機構の最適制御技術の確立	17
4-2 粉流体制御機構の特性分析	18
4-3 散剤量測定による制御機構と分包精度のデータ収集及び分析	18
第5章 全体総括	
5-1 複数年の研究開発成果	19
5-2 研究開発後の課題・事業化展開	19

## 第1章 研究開発の概要

調剤機器設備産業では、患者の満足度追求や高齢化による患者数増大を背景に、薬剤を正確に分包する装置の導入が進んでいるが、より安全安心で複雑な要求に応える完全自動分包機が求められている。大型円盤を用いた散剤取分け機構に代わり、薬剤カートリッジからの直接分包機構を実現するため新たに画像処理技術を用いた粒体計測手法を利用し、簡易な操作で種々の散剤が分包できる分包機を開発する。

### 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

24年度は、23年度で得た研究成果をもとに、包装まで実現できる実用装置として作り込み、カートリッジ形状での分包機が分包の現場で利用できるかのフィールドテストが実現できるレベルの装置となるように研究成果を統合する。

#### ①散剤量の測定に対応する画像処理アルゴリズムの開発

(システムエルエスアイ(株)、徳島大学)

PCにて構築した散剤量測定のアルゴリズムを、組込みマイコンにて実現できるように簡素化・高速化し、散剤分包位置に取り付けてリアルタイムで散剤の重量を求められるシステムを製作する。

#### ①-1：粉流体量測定に関する画像処理アルゴリズムの研究

システムエルエスアイ(株)

カートリッジから薬剤を分包紙へ直接投下する手法において、23年度に研究した画像処理アルゴリズムを組込みソフトとして機能するように仕上げる。組込まれるソフトの機能は、以下の通りである。

- ・ カメラ画像を取得し、重量に換算する機能
- ・ ソレノイドを制御して、薬剤投下/停止を制御する機能
- ・ モーターを制御して、薬剤投下量を制御する機能

これらの機能が有機的に接続し、薬剤投下量を制御するように、画像処理アルゴリズムの最適化を中心に研究を行う。

徳島大学

PCで実現していた落下画像処理機能を、PCに比べ遥かに低速で、メモリー等のリソースが少ない環境下でも動作する組込み用アルゴリズムに纏める。

**目標値：**PC上で実現した機能を組込みソフトで実現し、PCと同等の機能をリアルタイムに満足させる。

#### ①-2：薬剤量の測定精度と処理演算量に関するデータ収集及び分析

システムエルエスアイ(株)

作成したアルゴリズムを実現する“うつわ”として、低価格で最適なマイコンを選択し、モーター制御等も一体化された組込み回路基板を開発する。回路基板の機能は、

- ・ カメラ画像を取得し、フレーム単位で処理できるようにマイコンから画像が取得できる機能
- ・ 最適な画像を取得できるように、LED照明の点灯タイミングを制御できる機能
- ・ Stepping Motor を最適な速度で回転させる機能
- ・ シャッター用ソレノイドを制御する機能
- ・ 上位との通信機能

以上の機能を持った、組込み基板と組込み制御回路を開発する。

その際に**デザインツール**にて制御基板に搭載する集積回路 FPGA(Field Programmable gate-array : 内部回路をユーザーが設計可能)の内部回路シミュレーションを行い、短時間での設計完了を目指す。なお、組込み用回路基板は、処理用のプロセッサやモータードライバ IC、組込みカメラ画像をプロセッサに上手く処理させるため、モータードライバ IC とプロセッサのインターフェース等の機能を実現する FPGA で構成される。

**目標値** : 組込み基板を完成させ、①-1 で開発した組込みソフトと共に、カートリッジを制御できる機能を構築する。

#### ①-3 : 画像処理アルゴリズムの選定

##### システムエルエスアイ(株)

コストと機能のバランスを重視し、カメラ/照明/演算用プロセッサおよび画像処理方法を選定する。

**目標値** : 実験結果をベースに、最適な画像処理アルゴリズムを選定する。

#### ②薬剤種を識別する高速画像処理アルゴリズムの開発

(システムエルエスアイ(株)、高知工科大学、愛媛県産業技術研究所)

PC にて構築した、薬剤種監査のアルゴリズムを組込みソフトとして展開し、小型・低価格装置として、システムに組み込む。

#### ②-1 : 薬剤種を識別する画像処理アルゴリズムと前処理アルゴリズムの研究

##### システムエルエスアイ(株)

落下途中画像及び落下画像を①-2 で作成した回路基板で取得し、薬剤種識別用画像処理アルゴリズムを同回路基板上に実装可能な、組込みソフトとして機能選択・機能向上等を実施し、PC で実現した性能と同程度の性能が実現できるように、組込みソフトを開発する。

##### 高知工科大学

PC で実現していた機能を、システムエルエスアイ(株)が纏める組込みソフトに反映可能なように、アルゴリズムを纏める。

**目標値** : 組込み基板にアルゴリズムを実装し、薬剤種を識別する組込み装置を完成させる。

#### ②-2 : 画像処理アルゴリズムの認識精度のデータ収集及び分析

##### システムエルエスアイ(株)

識別精度データ収集用のマイコンに加え、静止画取得用のカメラインターフェースも搭載した組込み基板の内部設計を実施し、①-2 で作成する組込み基板に統合する形で、複数の用途を持った基板として開発し、その基板を利用した、認識精度の確認を行い、実用化に耐えられるレベル(99%以上)に達しているか確認する。

**目標値** : 識別精度が 99%以上に達しているか、組込み基板を利用した識別手法にて確認する。

### ②-3：画像処理アルゴリズムの選定

#### システムエルエスアイ(株)/愛媛県産業技術研究所

コストと機能のバランスを重視し、カメラ/照明/演算用プロセッサおよび画像処理方法を選定する。ハードウェアに関しては量産性を考慮し、可能な限り、粉流体量測定部との共用化を実施する。

**目標値**：実験結果をベースに、最適な画像処理アルゴリズムを選定する。

### ③粉流体制御機構と画像処理の協調システムの開発

(システムエルエスアイ(株)、土佐電子工業(株)、愛媛県産業技術研究所)

23年度の研究で、薬剤のスムーズな投下を実施するカートリッジの内部構造の大枠は、確認できたことから、これを利用したメリットを強くアピールするには、カートリッジの入れ替え機能を含めた、システム全体構造を訴求する事が重要なポイントである。カートリッジは散剤用、錠剤用を併設し、簡単な操作で散剤・錠剤の両方が分包出来る、大学病院等と調剤薬局等双方のニーズ（大学病院等は散剤に特化したもの、調剤薬局等は散剤・錠剤両方が分包可能なもの）に応じたものとする。

24年度は、①-2で作成予定の組込み基板を装置に組込み、カートリッジに統合する部分を含めて、デモシステムを完成させる。

### ③-1：粉流体制御機構の最適制御技術の確立

#### システムエルエスアイ(株)

①-2で作成する、組込み基板をカートリッジの設置部分に装備し、ホストから指示される分包量に従って、所定の位置にセットしたカートリッジから薬剤（散剤・錠剤）投下が実行できるように、①-1、②-1の組込みソフトが実行できる環境を整え、カートリッジでの実動作を行なう。

搬送システムについて、ホスト PC からの指示により、選択されたカートリッジが所定の薬剤投下位置へ移動し、薬剤の入れ替えが容易なシステムについて検討する。

#### 土佐電子工業(株)

23年度に構築した、カートリッジの構成要素を確定し、薬剤（散剤・錠剤）を磨り潰す等の問題点を解決し、搬送が可能で、容量が充分なカートリッジを開発する。

実機製作に向けて、複数のカートリッジをハンドリングできる構造を開発し、カートリッジ利用の大きな利点である、“ボタン一つで薬剤の入れ替え”がアピールできるシステムの構築について検討する。

**目標値**：カートリッジ単独で機能評価が実施でき、散剤については分包誤差±5mg 以下を目指す。

### ③-2：粉流体制御機構の特性分析

#### 愛媛県産業技術研究所/システムエルエスアイ(株)/土佐電子工業(株)

適応を予定する各種散剤を入手し、各散剤の粘度や粒度を見極め、カートリッジ単独でのシャッター幅や開放時間等のパラメータを最適化する。

**目標値**：30種のサンプル薬剤を試料としてカートリッジ単独で、全ての分包誤差±5mg以下となる、個別機構設定値を導く。

③-3：散剂量測定による制御機構と分包精度のデータ収集及び分析

**システムエルエスアイ(株)/土佐電子工業(株)**

フィールドテストは、愛媛大学医学部附属病院で実施する予定であるが、それに先立って、機能評価、精度評価等を実施し、散剂分包量が確実に分包されているかのシステム評価を実施する。

**目標値**：画像処理を一体化させ、各種散剂で分包精度±2%以下を目指す。

④プロジェクトの管理・運営（公益財団法人えひめ産業振興財団）

④-1：研究全体の総括（公益財団法人えひめ産業振興財団）

プロジェクト全体のスケジュールを作成し管理を行う。

④-2：進捗管理（公益財団法人えひめ産業振興財団）

プロジェクトリーダーを中心に定期的に研究打合せをし、実験の確認、アドバイス等を行い順調にプロジェクトを遂行させる。各研究機関と連携を密にし、進捗状況を常に把握し研究開発の進捗を管理していく。

④-3：研究推進会議の開催（公益財団法人えひめ産業振興財団）

事業化を含めた研究開発のため外部からのアドバイザーを加えた会議を開催する。

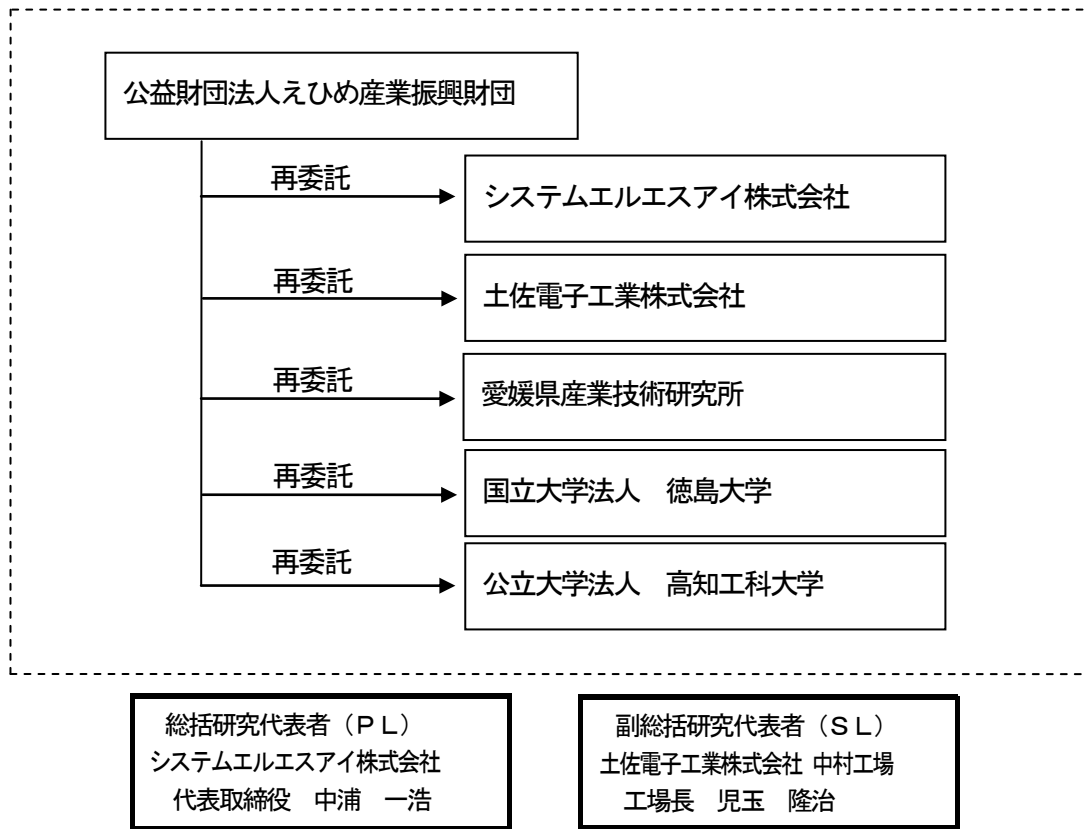
④-4：報告書とりまとめ（公益財団法人えひめ産業振興財団）

研究のまとめを行い、報告書の作成を行う。

## 1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

### (1) 研究組織及び管理体制

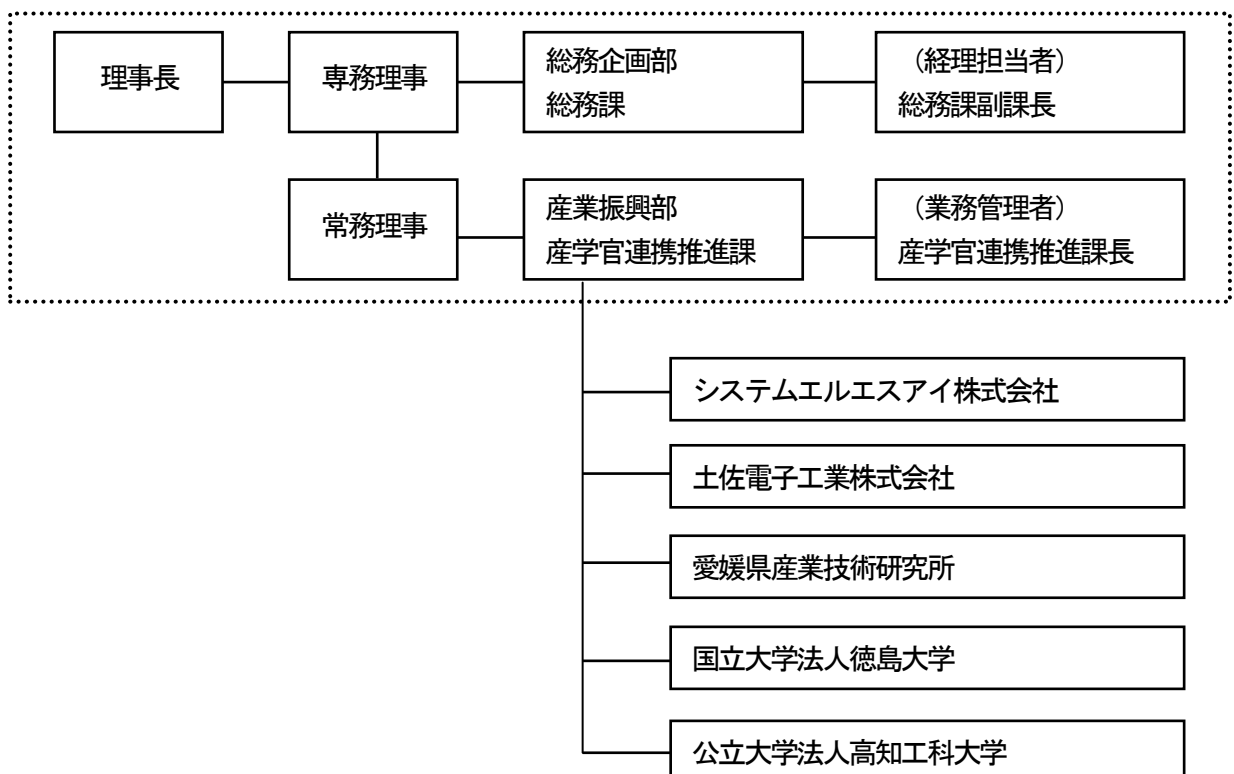
#### 1) 研究組織（全体）



#### 2) 管理体制

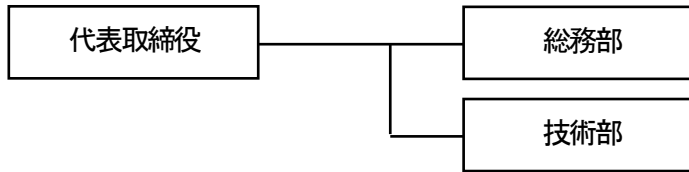
##### 【事業管理機関】

[公益財団法人えひめ産業振興財団]



【再委託先】

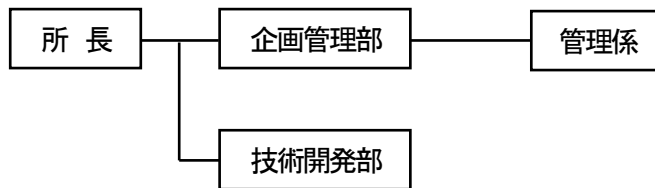
システムエルエスアイ株式会社



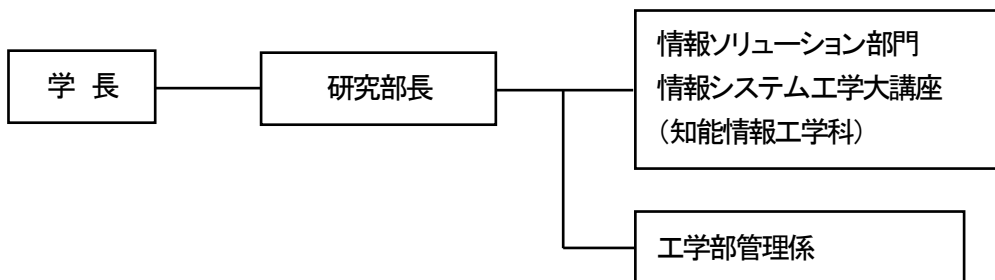
土佐電子工業株式会社



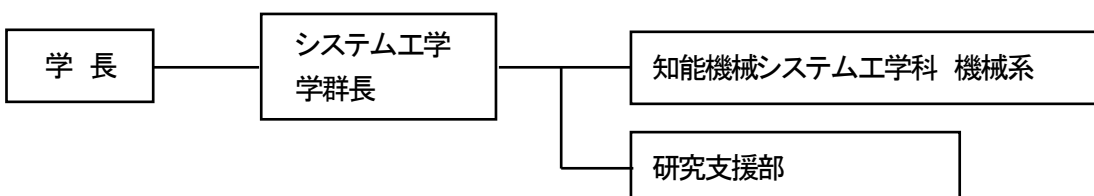
愛媛県産業技術研究所



国立大学法人徳島大学



公立大学法人高知工科大学





(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】

公益財団法人えひめ産業振興財団

〈管理員〉

氏名	所属・役職
青野 洋一	産業振興部 産学官連携推進課長
清家 さつみ	総務企画部 総務課 副課長
木下 学	産業振興部 産学官連携推進課 担当係長
松島 正	産業振興部 産学官連携推進課 主任
小平 琢磨	産業振興部 産学官連携推進課 主任
明上 奈緒美	産業振興部 産学官連携推進課 プロジェクト管理員

【再委託先】

システムエルエスアイ株式会社

氏名	所属・役職
中浦 一浩	代表取締役
木下 卓巳	ソフトウェア開発部・主任技師
井村 孝	ハードウェア開発部・技師
重松 則夫	ハードウェア開発部・主任技師
重松 孝次	ハードウェア開発部・技師
門間 陽一	ソフトウェア開発部・技師

土佐電子工業株式会社

氏名	所属・役職
児玉 隆治	中村工場 工場長
渡部 亮	松山工場 技術部 メカ設計課
山内 貴智	松山工場 技術部 メカ設計課
平山 勝康	松山工場 技術部 ソフト設計課
藤崎 貴幸	松山工場 技術部 ソフト設計課 課長
眞木 浩史	松山工場 技術部 メカ設計課

愛媛県産業技術研究所

氏名	所属・役職
秋元 英二	技術開発部 主任研究員

国立大学法人徳島大学

氏名	所属・役職
福見 稔	大学院ソシオテクノサイエンス研究部 情報ソリューション部門 情報システム工学 ((併任)工学部 知能情報工学科) 教授

公立大学法人高知工科大学

氏名	所属・役職
竹田 史章	システム工学群 (機械系) 教授

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

【事業管理機関】

公益財団法人えひめ産業振興財団

(経理担当者)	総務企画部 総務課 副課長	清家 さつみ
(業務管理者)	産業振興部 産学官連携推進課 課長	青野 洋一

【再委託先】

システムエルエスアイ株式会社

(経理担当者)	総務部	尾崎 千恵
(業務管理者)	代表取締役	中浦 一浩

土佐電子工業株式会社

(経理担当者)	総務経理G 総務経理課長	秀野 省二
(業務管理者)	中村工場 工場長	児玉 隆治

愛媛県産業技術研究所

(経理担当者)	企画管理部 管理係長	城下 厚
(業務管理者)	所長	石丸 尚志

国立大学法人徳島大学

(経理担当者)	工学部管理係長	貝出 嘉幸
(業務管理者)	大学院ソシオテクノサイエンス研究部 情報ソリューション部門 情報システム工学大講座 (工学部知能情報工学科)	福見 稔

公立大学法人高知工科大学

(経理担当者)	研究支援部	森下 真都
(業務管理者)	システム工学群 学群長	蝶野 成臣

(4) その他

[研究開発推進委員会 委員]

氏名	所属・役職
中浦 一浩	システムエルエスアイ株式会社 代表取締役
児玉 隆治	土佐電子工業株式会社 中村工場 工場長
秋元 英二	愛媛県産業技術研究所 技術開発部 主任研究員
福見 稔	国立大学法人徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 教授
竹田 史章	公立大学法人高知工科大学 システム工学群(機械系) 教授
青野 洋一	公益財団法人えひめ産業振興財団 産学官連携推進課長

(5) 他からの指導・協力者名および指導・協力事項

〈アドバイザー〉

氏名	所属・役職	指導・協力事項
住友 宏次	パナソニックヘルスケア株式会社 院内ロボットストラテジックビジネスユニット 商品開発第2グループ 参事	分包機の製造業の立場からの 助言
後藤 健太郎	伊藤忠商事株式会社 機械カンパニー 部長	分包機の販売業の立場からの 助言
荒木 博陽	国立大学法人愛媛大学 医学部 教授 附属病院 薬剤部長	分包機の使用者の立場からの 助言

### 1-3 成果概要

#### システムエルエスアイ株式会社

- ①-1 散剂量測定に関する画像処理アルゴリズムの開発においては、Simple-FLDA 法を用いて投下時の特徴抽出処理を高速化することでカメラ映像データ1枚の解析/認識処理を30msec以下に抑え、また1フレーム毎(30FPS)でのメカ機構への制御指示が可能で、PC上のオフライン処理と同等レベルの結果をリアルタイムで実現させることができた。
- ①-2 薬剂量の測定精度と処理演算量に関するデータ収集および分析においては、TMS320DM6446プロセッサを搭載しカメラ映像・ロードセルからの重量データの解析/認識処理をする計量システム制御基板、ソレノイド・モーター機構の制御をするカートリッジ制御基板及び分包機構を制御するシステム統括制御基板を作成し、これらを接続することで散剤投下量を制御する機能を構成した。①-1ソフトウェアを組み込むことで投下量の制御が可能な装置の構築が出来る。
- ①-3 画像処理アルゴリズムの選定においては、カメラについてはNCM03シリーズを採用しコスト削減、及び小スペースでの実装を可能とした。照明はフラッシュLEDを用いて光量の確保とスペースの節約を可能とした。演算処理プロセッサはTMS320DM6446を採用して映像の入出力処理を行い、DSPでの高速な演算処理を可能とした。
- ②-1 薬剤種を識別する画像処理アルゴリズムと前処理アルゴリズムの研究においては、高知工科大により提案された監査システムのアルゴリズムを組み込み用ソフトウェアとして、計量システム制御基板及びカートリッジ制御基板に実装した。

- ②-2 画像処理アルゴリズムの認識精度のデータ収集及び分析においては、監査システムのアルゴリズムを実装した計量システム制御基板にて100%の識別精度があることが確認できた。
- ②-3 画像処理アルゴリズムの選定においては、粉流体測定部の計量システム制御基板を用いても同レベルの識別精度があり、量産にも適応可能である。
- ③-1 粉流体制御機構の最適制御技術の確立においては、カートリッジ搬送システムの組込みと、カートリッジ回転/シャッター開閉制御による実動作の機能評価を実施し、動作確認が出来た。
- ③-2 粉流体制御機構の特性分析においては、30種類のサンプル薬剤について個別に設定値を入力することで分包システム評価装置にて±5mgの分包精度となるのを確認した。
- ③-3 散剂量測定による制御機構と分包精度のデータ収集及び分析においては、流体制御機構と画像処理と一体化させることで±2%の分包精度を確認した。

#### 土佐電子工業株式会社

カートリッジの開発においては、H23年度に課題となっていたすり潰し等を解決し、搬送性や容量を改善したカートリッジを作成した。またカートリッジの入れ替えが簡易に出来るシステムの構築について検討した。

#### 愛媛県産業技術研究所

散剤落下時の測定精度向上に向けた画像取得方法の研究においては、落下中の薬剤から種類判別の可能性について検討し、条件によっては判別が可能であることが分かった。

#### 国立大学法人徳島大学

粉流体計測に関する画像処理アルゴリズムの研究においては、SimpleFLDA法を含めた画像処理アルゴリズムの取り纏めと、ニューラルネットワークによる新たな画像処理アルゴリズムの開発について検討した。

#### 公立大学法人高知工科大学

薬剤種を識別するアルゴリズムの開発においては、監査システムの提案及びPCによる試作機を作成し、袋詰めされた薬剤の識別について100%の精度を得ることが出来た。

### 1-4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人えひめ産業振興財団（最寄りの駅：伊予鉄バス「テクノプラザ愛媛口」バス停）

〒791-1101 愛媛県松山市久米窪田町337-1 TEL:089-960-1100 FAX:089-960-1105

連絡担当者名・所属役職：産学官連携推進課 課長 青野 洋一

E-mail: s-info@ehime-iinet.or.jp

## 第2章 散剤量の測定に対応する画像処理アルゴリズムの開発

### 2-1 粉流体量測定に関する画像処理アルゴリズムの研究

#### (1) 構成

粉流体量測定に関する画像処理アルゴリズムの研究については、PC 上で構築した散剤量測定の画像処理アルゴリズムを、分包システム評価装置(図 2-1)にてリアルタイム実行できるように組込みソフトウェアとしてマイコンに実装して分包精度を検証する。



図 2-1 試作した分包システム評価装置の外観

#### (2) 手法

粉流体量測定に関する画像処理アルゴリズムとしては、落下物の領域と密集度を重量の比例変数として用いる。領域は未落下状態から濃度変化の起きたピクセル数を領域  $L(s)$  とする。密集度は未落下状態からの濃度変化量  $s$  とする。係数  $\rho$  は各散剤に対応した比重とする。補正值  $r$  は、画像の特徴を SimpleFLDA にて補正量で分類し、推定重量の過不足調整を行う。

#### (3) 組込み

組込みソフトウェアとして、画像処理アルゴリズム部分は換算処理アルゴリズムの適用に加え、換算結果によりモーターやソレノイドへのデバイス動作指示やカメラ画像も取得・管理する必要があるため、各処理をブロックに分けて構成し、ソフトウェアの組込みを行った。

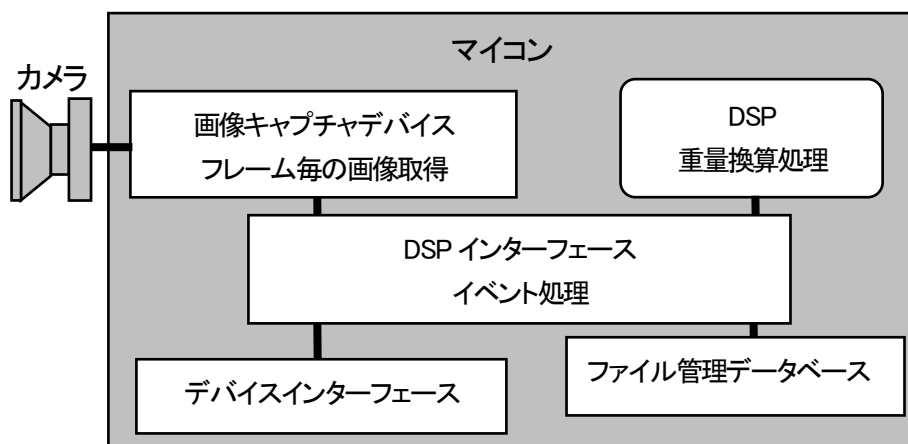


図 2-2 画像処理アルゴリズムの構成

## 2-2 薬剂量の測定精度と処理演算量に関するデータ収集及び分析

### (1) 構成

回路基板の開発については、各機能に分けて構成した方が開発効率も良くデバッグもしやすい。分包システムとしては機能に分けた回路基板を作成し、各回路基板間はLAN通信で接続し、PCを操作ホストとして構成する。

作成した回路基板は、計量システム制御基板、カートリッジ制御基板、システム統括制御基板で、計量システム制御基板は、カメラやロードセルが接続されており画像処理と計量換算による制御を行う。カートリッジ制御基板は、モーター/ソレノイド、センサーが接続されており、PC または計量システム制御基板から指示コマンドを受信して、散剤、錠剤を投下するためのモーター/ソレノイドの制御を行う。システム統括制御基板は、重量計測できた散剤及び錠剤を分包紙に分包するための分包機構の制御を行う。

### (2) 回路基板の動作確認

組み込みソフトウェアの動作検証から、フレーム単位(30FPS)で動作していることが確認でき、その他、LED照明、Stepping Motor、シャッター用ソレノイド、等についても動作の確認がとれた。

動作テストしたグラフを図2-3に示す。リアルタイム動作できているかの確認のため、制御としては簡易にカートリッジ回転開始後にフタを一定間隔だけ開けて、推定重量が0.980gを上回ったところでフタを閉める処理を試みた。

推定重量が1g以上になったのはフタ閉め動作に入ってもフタ閉め完了までの間に散剤が落ち続けているためである。

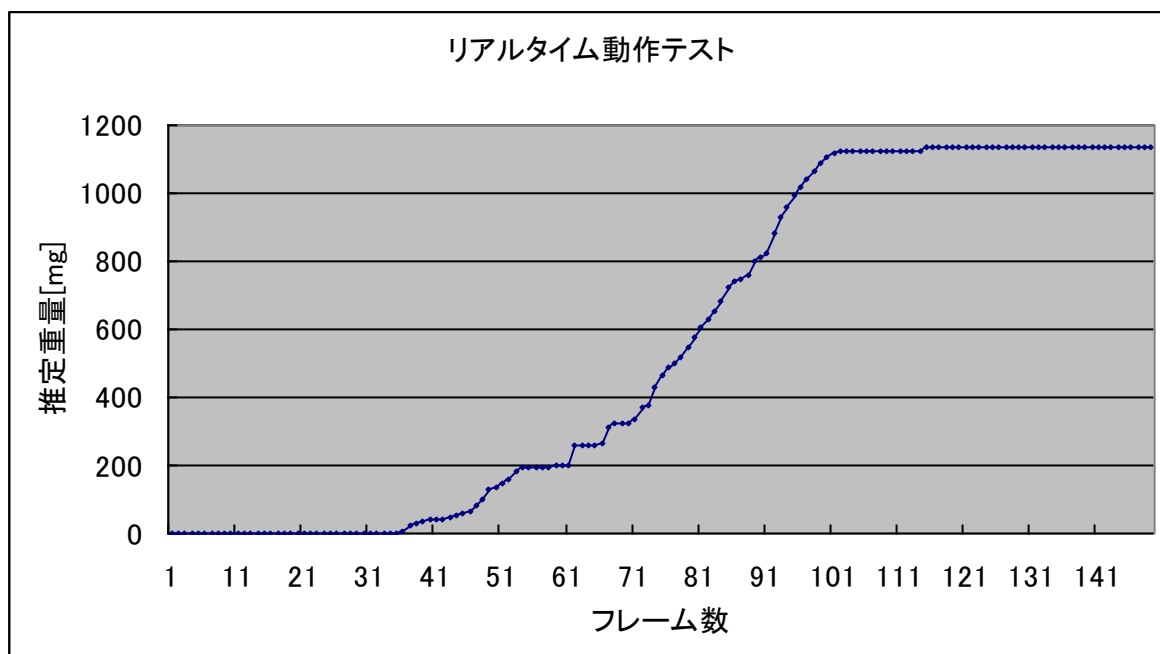


図2-3 推定重量の推移

以上より2-1で開発したアルゴリズムが機能することと、カートリッジの機構制御が機能していることを確認できた。

## 2-3 画像処理アルゴリズムの選定

### (1) カメラ選定

画像処理アルゴリズムの選定においては、カメラに NCM03 シリーズを採用し、コスト削減及び小スペースでの実装を可能とした。

### (2) 照明選定

照明は、フラッシュ LED を採用して光量確保とスペース節約を可能とした。

### (3) 演算プロセッサ選定

演算処理プロセッサは、比較的安価で、映像の入出力機能があり、また DSP を搭載して高速な演算処理が可能である TMS320DM6446 を採用した。

### 第3章 薬剤種を識別する高速画像処理アルゴリズムの開発

#### 3-1 薬剤種を識別する画像処理アルゴリズムと前処理アルゴリズムの研究

##### (1) 構成

薬剤種を識別する画像処理アルゴリズムと前処理アルゴリズムの研究においては、高知工科大学により提案された監査システムを組み込み用ソフトウェアとしての実装について研究した。

##### (2) 薬剤種の監査システム

今まで開発してきた薬剤種の監査システムのまとめを図3-1に示す。

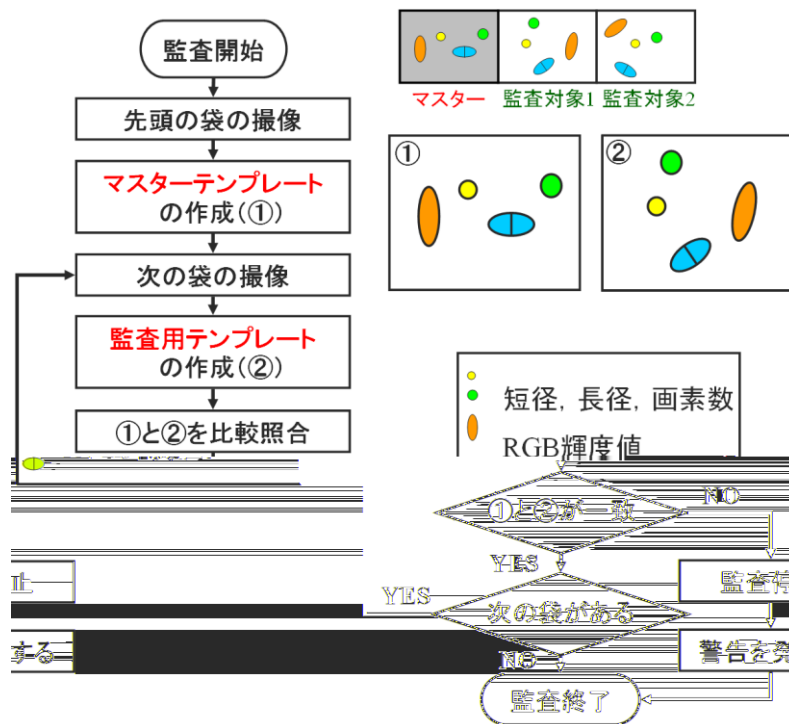


図3-1 監査システムのフローチャート

##### (3) 手法

組み込みソフトウェアとしての構成を図3-2に示す。処理については画像処理アルゴリズムの構成と同様に各処理をブロックに分けて構成する。処理が重くなると予想される対象抽出アルゴリズムにはDSPでの演算を割り当てた。

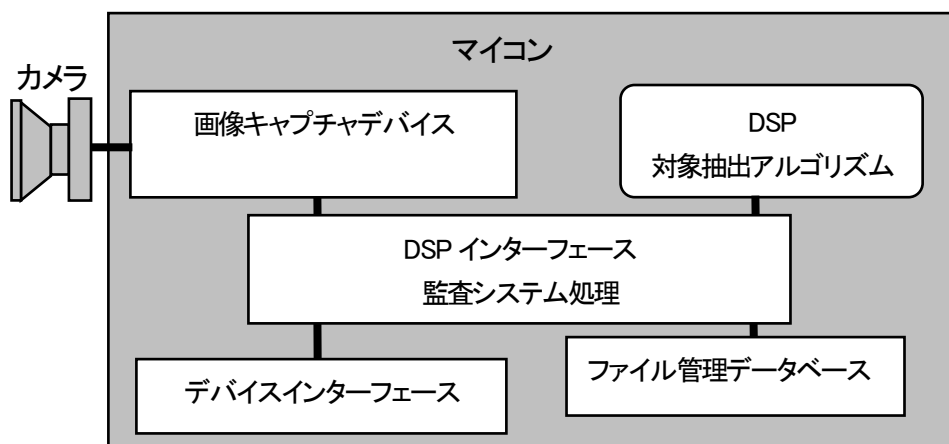


図3-2 監査システムの構成ブロック図



袋詰めされた薬剤をベルト搬送する構成を図3-3に示す。

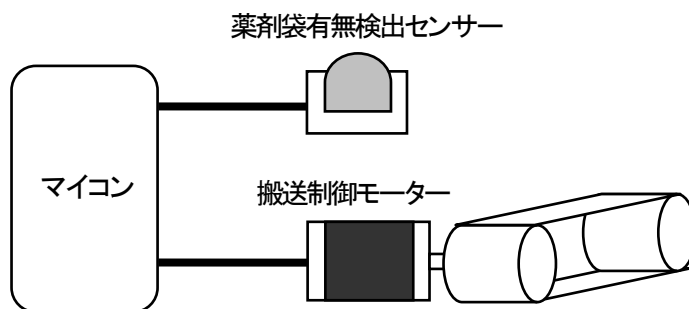


図3-3 ベルト搬送の構成

#### (4) 薬剤種の個数識別アルゴリズム

薬剤種の識別アルゴリズムについて H23 年度に求めた最適な撮影環境で撮影した静止画から薬剤の個数カウントのアルゴリズムを開発した。個数カウントの状況を図3-4に示す。また、薬剤毎にバーコードから種別が事前に分かることからパラメータを設定でき、より精度よく個数カウントすることが可能である。

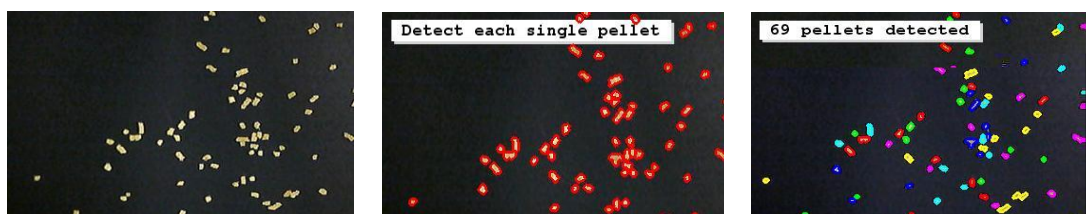


図3-4 元画像(左) 薬剤抽出(中央) 個数カウント(69個)(右)

#### (5) 薬剤種の面積識別アルゴリズム

薬剤の個数カウントが可能なことと同様に薬剤1つに対してピクセル数をカウントすることで面積を求めることが可能である。図3-5に面積カウントの例を示す。

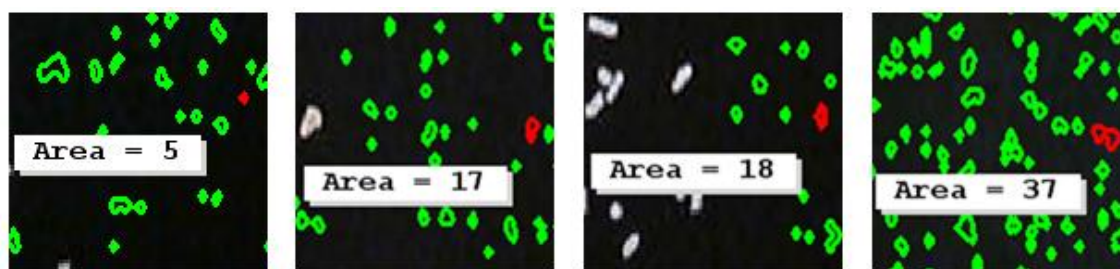


図3-5 面積抽出(赤枠領域)

#### (6) 混合分包の識別アルゴリズム

目標としている装置は散剤と錠剤を同時に分包することが可能で、混合で分包された薬剤の識別は異物混入の検出にも有効である。分包された散剤は形がないため形状での判別は困難であるが、カメラがカラー画像で取得できるためにカラーで判別することが可能である。RGB のカラーヒストグラムを用いてターゲット探索した結果を図3-6に示す。

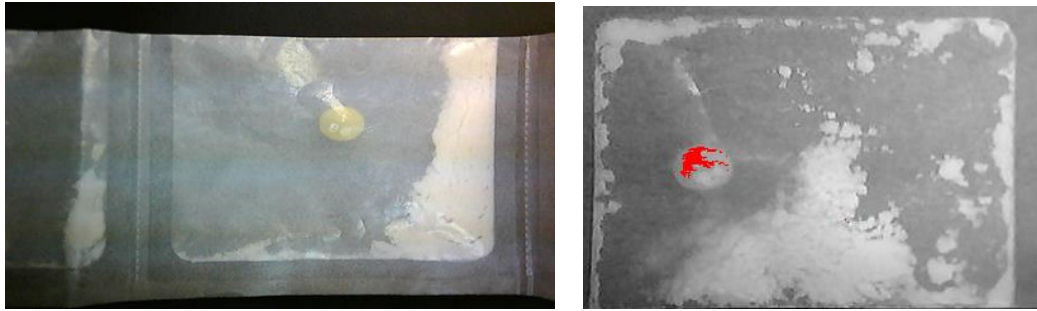


図3-6 混合分包のカラー画像(左) 錠剤検出結果(右)

### 3-2 画像処理アルゴリズムの認識精度のデータ収集及び分析

#### (1) 構成

3-1で作成した組込みソフトウェアについては、2-1で作成した組込みソフトウェアと同じ回路基板環境をターゲットに作成しているため、共存して組込むことができた。

ただし、現時点ではカメラ入力が1つであるため並行処理として実行することは出来ず、カメラ入力を切り替えての動作となる。

#### (2) 識別精度

計量システム制御基板に実装した薬剤種の監査システムによる識別精度は、H23年度と同様に「太田胃散」「パブロンゴールド微粒」等々、30種の散剤を袋詰めした状態で監査し、100%の識別精度であることが確認できた。平均識別速度については310msec程であった。

### 3-3 画像処理アルゴリズムの選定

画像処理アルゴリズムの選定においては、粉流体測定部の計量システム制御基板を用いても同レベルの識別精度があり、量産にも適応可能である。

カメラについては、散剤の識別に使用したMCN03-Vを用いることが出来る。

LED照明については、袋詰めした薬剤を撮影するときに反射が入りにくいためPDM-150-15が適している。散剤の識別に使用したLED照明では光源が写り込んでしまう。

演算用プロセッサについては、コストを考慮すると計量システム制御基板に搭載したTMS320DM6446が選択される。1枚の回路基板での並行処理を実現するのであれば、より高性能でカメラ入力を2ポート搭載するプロセッサを検討する必要がある。

## 第4章 粉流体制御機構と画像処理の協調システムの開発

4-1

## 4-2 粉流体制御機構の特性分析

### (1) パラメータ調整

カートリッジ単体での散剤投下によるパラメータ(カートリッジの回転速度、フタの開け幅、フタの開閉速度)調整を実施した結果、100mg を目標に投下した。

### (2) 考察

30 種類の散剤についてパラメータ調整を行った結果、分包誤差を±5mg 以下に抑えることが出来た。しかし、カートリッジのフタの開け幅が狭いために投下完了まで数十秒かかる場合があり、高速で投下する場合は手法に検討が必要である。

## 4-3 散剤量測定による制御機構と分包精度のデータ収集及び分析

### (1) ロードセル

本システムの散剤用カートリッジにて、4-2の結果から高精度が得られているが、実際の使用を考慮し、速度優先としてフタの開け幅を大きくした場合、閉める制御が間に合わないことや、落下する散剤の塊が厚くなり画像として係数 $\rho$ に影響が出る場合がある。この対策としてロードセルを用いることを検討した。

ロート部分にはロードセルが内蔵されており、ロートに投下された散剤の重量変化を測定することが可能である。測定された重量はA/Dコンバータにより数値化されて計測システム制御基板へと送信される。投下時はロードセルの値を参照して閉め始める時期を予測すると共に、継続的投下量から係数 $\rho$ を補正することも可能である。

### (2) 協調システム構築

画像識別とロードセルを組み合わせたシステムで協調システムを構築するが、ロードセルは振動に弱く、現時点ではモーター駆動時に微量ながら変動があるため最終の閉め制御中にばらつきが生じやすくまた剛性の特性から時間遅れがあること考慮する必要がある。

以上より、定常時の投下中は遅れを考慮しつつロードセルからの重量で確認し、最終的な重量は画像からの重量で判断するアルゴリズムについて検証した。

STEP1 : ロードセルの初期値を測定

STEP2 : フタを開けて散剤の投下開始

STEP3 : ロードセルにて目標重量の残りを確認し閉める準備開始

STEP4 : 現在のフレーム毎の落下量から $\rho$ の値を設定

STEP5 : 目標重量の残りが規定以下になれば画像処理に機構制御を切り替える

STEP6 : 目標重量になればフタを閉める

検証結果より、設定値に対して±2%の結果が得られ、アルゴリズムがうまく機能していることが分かった。

コンタミの撲滅に関しては、出来合いの分包部処理機構を購入して袋シールを実施した関係で、構造的な制約を受けた為に、装置への導入は実施しなかったが、漏斗部を使い捨ての紙製とすることで、散剤投下通路を一種の散剤しか通過しない構成と成り、コンタミの心配は一切不要と成る。

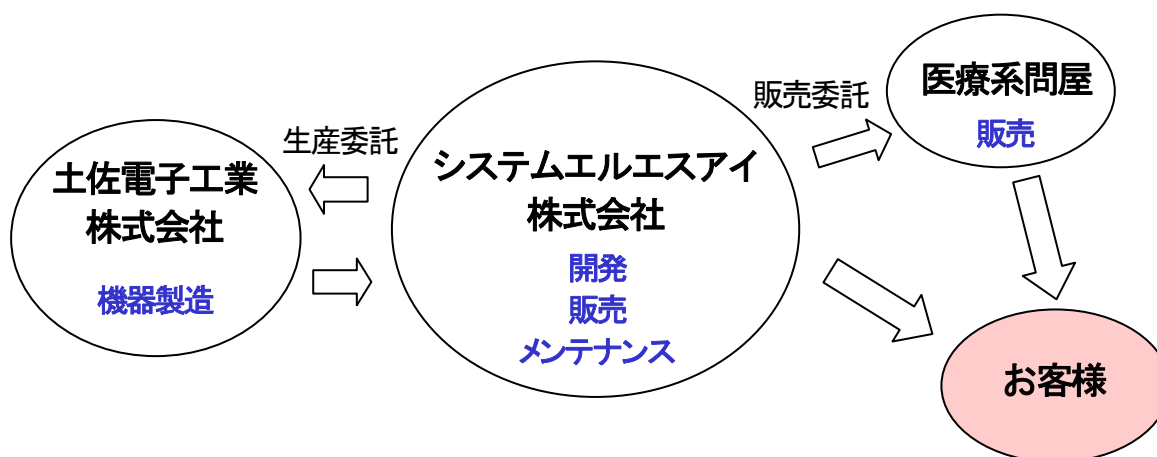
## 第5章 全体総括

### 5-1 複数年の研究開発成果

23年度、24年度を通して今までの研究成果をもとに、包装まで実現できる実用装置として作り込み、カートリッジ形状での分包機が分包の現場で利用できるかのフィールドテストが実現できるレベルの装置まで作りこむことが出来た。

### 5-2 研究開発後の課題・事業化展開

#### ■ 事業スキームについて



#### ■ 量産初号機の基本スペック

- ・ 最大分包可能薬剤：散剤4種、錠剤5種（全てカートリッジ収納にて対応）
- ・ カートリッジ搬送：手動（薬剤師がカートリッジ棚より選択して装置に装着）

#### ■ 営業販売の進め方として

- ☆ 基本的には、受注生産を実施
- ☆ 最終商品は幾つかに分割できる構成とし、宅配便で輸送可能
- ☆ 初期の販売は、直販のみとし、現拠点から日帰りできる範囲とする。
- ☆ 将来は、一県一拠点(1~2名)を目指す。