

課 題 情 報 シ ー ト

テ ー マ 名 :	太陽光据置型架台支持瓦用ネジ供給機の開発 STEP2		
担当指導員名 :	山中 利幸、秋間 紳樹	実施年度 :	26 年度
施 設 名 :	近畿職業能力開発大学校		
課 程 名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	12 人
		時間 :	46単位 (828 h)

課 題 制 作 ・ 開 発 の ポ イ ン ト

【開発（制作）のポイント】

「どの従業員でも簡単に取扱える安全な装置とする。」、「企業の要望や意見を調査し、それらを反映した装置を開発する。」をテーマコンセプトに、太陽光パネルの架台を支持する為の、2種類のステンレスタッピングビス（φ5. 2×130L、60L、以降ネジで用語統一）において、読み込んだバーコードラベルから必要本数情報を入手し、ネジストッカーから供給されたネジを整列、必要本数をカウントします。ネジの長短を識別し、ワッシャー、ゴムの欠落不良の検出を行い、袋詰めユニットに送り、50本ずつ袋詰めし、封印後、邸名のバーコードラベルを貼って、出荷用ダンボール箱に投入します。

【訓練（指導）のポイント】

依頼企業の現場見学、打ち合わせを何度か行うことにより、自動化装置の製作を通して、企画開発から製品づくりまでの具体的テーマに基づき、企業における開発手法を取入れ、企業現場の生産活動に近い問題解決手法を実体験により会得するよう指導しました。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 近畿職業能力開発大学校
住 所 : 〒596-0103 大阪府岸和田市稲葉町 1778
電話番号 : 072-489-2112 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jced.or.jp/osaka/college/index.html>

課 題 制 作 ・ 開 発 の 「 予 稿 」 お よ び 「 テ ー マ 設 定 シ ー ト 」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

太陽光据置型架台支持瓦用ネジ供給機の開発 STEP2

近畿職業能力開発大学校

生産機械システム技術科

生産電子システム技術科

指導教員

山中利幸, 秋間紳樹

本テーマは、大同化工機工業(株)様(以下、協力企業と略する)からご要望を受けたものである。協力企業では、太陽光パネルを設置する際に必要となる、架台支持瓦用ネジ(以下、ネジと略する)を手作業で邸毎に供給、重量測定、袋詰め、ラベルシールの貼付作業を行っている。この手作業工程の自動化を図ることで、従業員の負担軽減、作業時間削減、工程管理を目標とした。今回はネジを供給、判別、搬送、袋詰めの工程を自動化した装置の製作を目指した。

Keywords : 自動化, 1本ずつ流す, ネジ, 不良判別, 袋詰め, 1邸約300本

1. 緒言

前年は機構毎の単独動作を確認したが、自動化を達成できなかった為、今回のコンセプトは「手作業以上の速度での自動化を限られたスペース(950D×1400W×1750H)で達成」とした。そのために、機構の新規作成を行ったので昨年よりも大きくなっている。

協力企業では、不良品のネジを考慮して、重量換算で邸毎のネジを総数(約300本)の+5%増しで袋詰めしている。しかし、1本ずつ確実にネジの判別ができれば、+5%増しのコスト削減に繋がる。

協力企業におけるネジの出荷本数と稼働日から一袋50本あたりの出荷に必要な時間は次式となる。

$$\frac{22(\text{日/月}) \times 465(\text{分/日}) \times 50(\text{本/袋})}{300(\text{本/邸}) \times 400(\text{邸/月})} = 4.26(\text{分/袋}) \quad (1)$$

本テーマではこれより早く設定し、1サイクル3分/袋とする。

2. システム概要・構成

図1はシステム構成図を示したものである。ネジの種類の情報が記述された指示書をバーコードリーダーで読み取り、さらにタッチパネルでネジの本数

表1 前年と今年の比較

	工程名	前年	今年
1	ネジキャッチャー部	×	新規
2	供給部	×	新規
3	判別部	○	改造
4	判別～袋詰め搬送部	×	新規
5	袋詰め	○	改造
6	袋詰め～箱詰め搬送部	×	新規

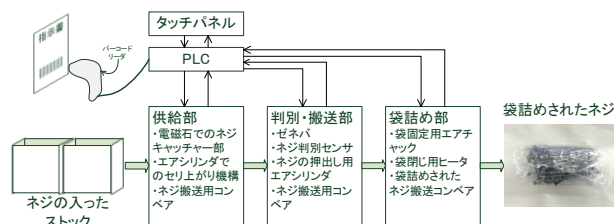


図1 システム構成図

を入力、決定したら PLC(programmable logic controller)を介して各部に信号が送信され、自動作業に入る。

ワークは長さの異なるネジが2種類あり、座金とゴムパッキン(以下、ゴムと略する)が付属している。

不良品は座金・ゴムのどちらか片方が欠落した状態、または指定されたネジ以外の混入の場合を対象とした。(図2)

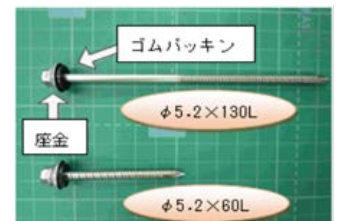


図2 ネジの仕様

3. 装置の仕様

表2は装置仕様、図3は装置外観である。供給時間は動作開始から袋詰めされたネジ50本が排出口から排出されるまでの時間である。

表2 装置仕様

本体寸法[mm]		950D×1400W×1750H
ネジ寸法[mm]		φ5.2×60L, φ5.2×130L
重量[kg]		200
最大梱包数		50本/袋 + 端数/袋
供給時間		3分/袋
必要設備	動力電源	三相 200V
	エア配管	エア圧 0.3MPa 以上 外径基準 φ6mm

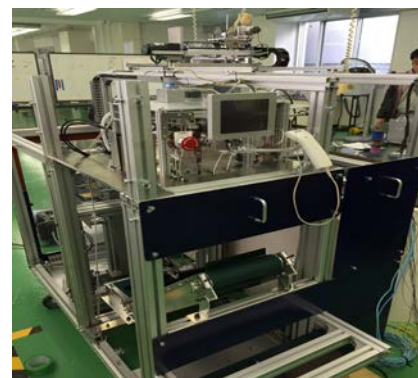


図3 装置外観

4. 今年度開発のポイント

4.1 ネジキャッチャー部

ストッカーから電磁石を用いてネジを掴み、せり上がり機構まで少量(5~10本)のネジを供給する。

電磁石をモータ直結したワイヤで定滑車と動滑車を利用し上下可動する。上下時、電磁石が揺れる恐れがありパイプと鉄棒のガイドで防止した。(図 4(a))



(a) Z 軸 (b) X 軸, Y 軸

図 4 ネジキャッチャー部

X 方向はラック & ピニオン、Y 方向は台形ネジのスクリー軸とナットを使い移動させる。(図 4(b))

センサは 3 種類ありそれぞれ X, Y 方向に 2 個ずつ、Z 方向に 1 個あり、これらのセンサは動作制限の役割がある。

本機構には配線が多く、動作の妨げにならないようケーブルキャリアに配線した。

4.2 供給部 1

供給部 1 はストッカーに入れたネジを判別部まで送るための機構である。

供給部 1 を上から見た状態を図 5 に示す。

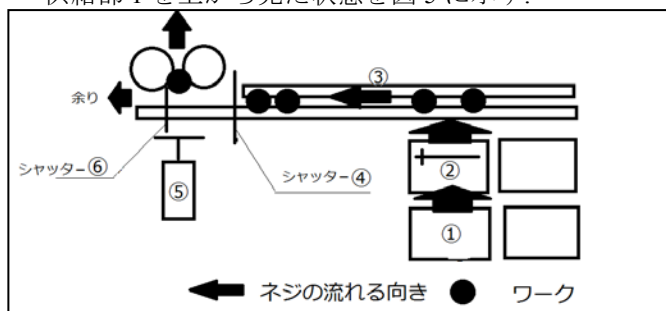


図 5 供給部 1 全体図

ストッカー①から電磁石クレーンで運ばれてきたネジをせり上がり機構②へ移す。このとき 1 本ずつ供給を行うためゴムのれんを用いて供給する。(図 6)

次にベルト③で搬送する。ベルトは 2 本あり、その間をネジが流れる。(図 7) その先にシャッター④があり、ネジを貯め 1 本ずつ 90° エアシリンダ⑤で方向を変えて搬送する。規定数供給されるとシャッターが二つ開き余ったネジをライン外へ排出する。

1) 当初振動させてネジを搬送しようとしたがゴム座金の摩擦により進まなかったため、ゴム摩擦を利用したベルトを採用した。

2) ネジを 1 本ずつ供給するためせり上がり機構を採用した。長いネジのせり上がりの際に、図 7 のようにゴム座金が右図のように引っかかり上がるのに相当な力が必要だった。この図 7 は A の角度 ($\angle A = 120^\circ$) にすることでゴムが引っかかなくなりスムーズに上がるようになった。しかし、角度をゆるくす

ることで 1 本供給が難しくなったので、ネジを供給する手前でのれんを設け、1 本以上ネジが出ないようにした。

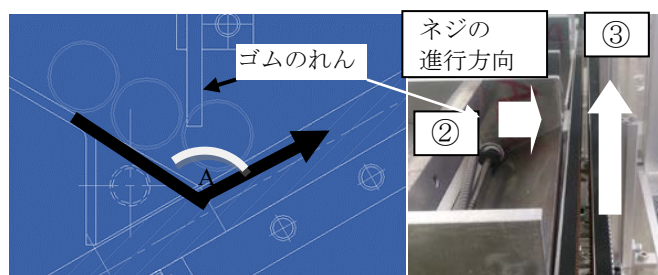


図 6 せり上がり機構

図 7 供給搬送

4.3 供給部 2

供給部 1 から来たネジを判別部へ搬送するためにタイミングベルトで挟み込み 1 本ずつゼネバ機構へ搬送することとした。(図 8)

タイミングプーリが考えていたよりも重量があり、モータが回らないという不安要素が出たためタイミングプーリの肉抜き加工で軽量化を図った。

タイミングベルトは、ベルトの張力を調節出来るようにアイドラ機構を採用した。

供給部 1 でネジが止まってしまい供給部 2 の入口部分にネジが供給されない問題と、ネジが途中で止まりゼネバへ供給されない問題が発生した。入口部分でエアシリンダを用いてネジを押し出し、排出部では図 9 の枠の様に押し出す機構とし解決した。

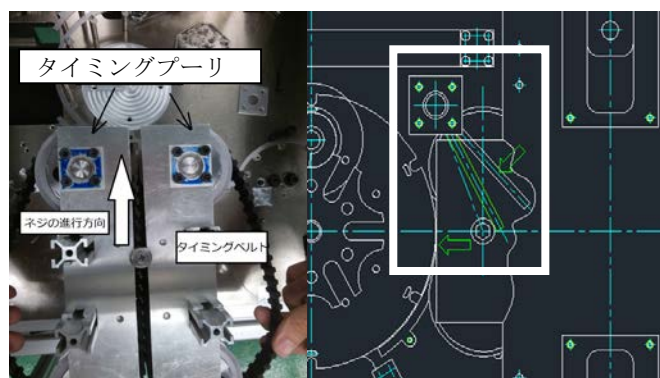


図 8 供給部 2

図 9 排出部

4.4 判別～袋詰め

ゼネバ機構とは、連続回転運動から断続回転に変換する機構である。駆動車にはピンが付いており、従動車のスロットに入り込んで回転させる。(図 10)

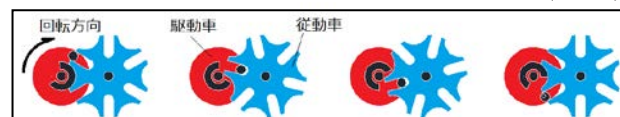


図 10 ゼネバ機構

サイクルタイム達成を目指し従動車はスロットが 6 つのものを使用し、1 ステップで 60° (前年 90°) ずつ回転する。

判別したネジを袋詰めするコンベアを入れる広いスペースが確保できなかったため、本来使わないデッドスペース(ベースプレートの裏)を利用し、コンベアを本装置に組み入れた。

4.5 袋詰め～箱詰め搬送

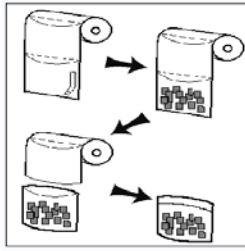


図 11 カンガルーパック

特徴として、一定の間隔で切れ目がついており、開口された状態のロール袋であるカンガルーパックという袋を前年同様使用した。(図 11)

これを電熱線で溶着し袋詰めする。(図 12)

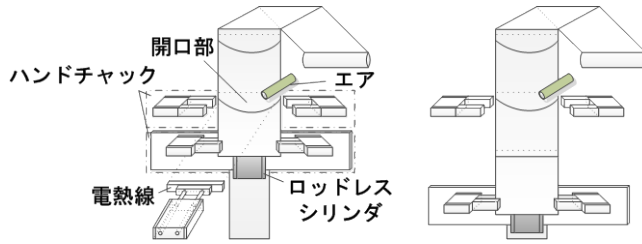


図 12 袋詰め方法

昨年のハンドエアチャックは、ワークに対し大きすぎ、ムダが多く、スピードのロスとなっていたので、今年度はエアチャックを小型化しスピード向上を目指した。昨年選定したエアチャックは一組で 3220g、今年は 130g なので重量を 96%減らすことが出来た。また、チャック自体が小さくなったので把持力を計算し直し適切な力の物を選定した。

箱詰め搬送では、ワークであるネジの入った袋が転がることなく傾斜面を運ぶことが出来るよう、棧(サン)の付いたベルトを使用した。

また、ネジの袋詰めを行うエアチャックとの干渉を防ぐためコンベア搬送後半で傾斜に変わる構造を採用した。(図 13)

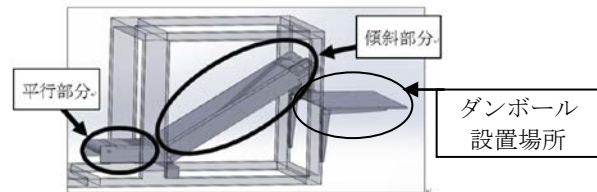


図 13 箱詰めコンベア

搬送後ダンボールを設置する位置は作業者の負担を考慮し腰の位置を目安に設計した。

4.6 電源構成

現場では三相 200V が使用されているため、仕様通りに合わせるためにスコットトランスを用いて三相 200V から単相 100V に変換する。

更に、AC100 を各制御部に必要な DC24V、DC5V、電磁石用の DC90V に変換を行っている。

4.7 各制御部

① 制御盤

今年度は新規機構が増え前年度の制御盤ではサイズが小さすぎたので新規に制御盤の設計、製作を行った。(図 14)

② キャッチャー部の AC モータの位置制御

初期位置からの動作させる時間で制御する。

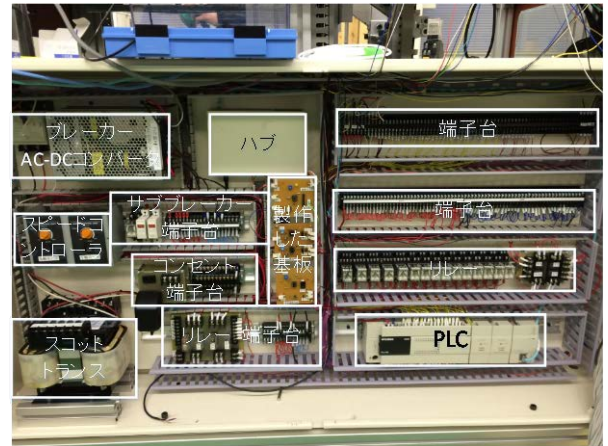


図 14 制御盤

③ ネジキャッチャー部の電磁石

使用する電磁石は小さく、吸引力の強い DC90V の電磁石を選定した。しかし DC の電磁石は残留磁気の影響がある、それを打ち消すために OFF にする際に弱い逆向きの電圧をかける対策を行った。(図 15) その際の電磁石にかかる電圧の波形を図 16 に示す。

ON から OFF にする際、弱い電圧を交互にかけた後、電圧を 0V にする。

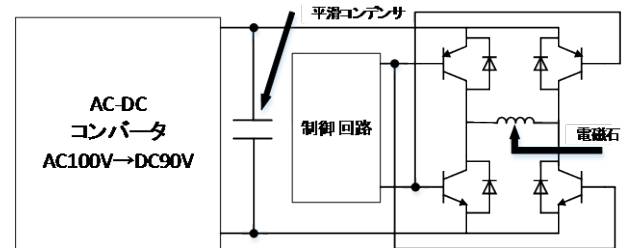


図 15 キャッチャー回路

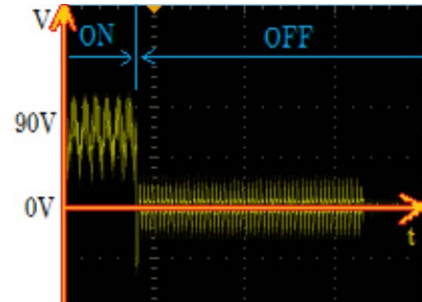


図 16 電磁石 ON→OFF 時の電圧

④ 電熱線の温度制御回路

温度センサとコンパレータを用いて袋の溶着に必要な 100℃付近でヒータの温度を安定させるようにした。また、温度ヒューズを設置し、過電流の防止や、温度センサが故障した場合は機械が止まるように安全対策を施した。

⑤ モータ速度調節回路

ネジに乗った状態ではコンベアの速度が変化するため PWM (pulse width modulation) 回路によってモータの速度を調節する回路を搭載した。

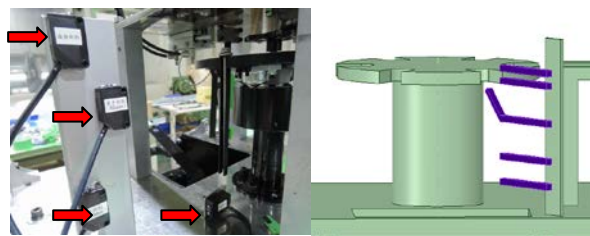
下記計 4 個のモータを調節する回路となっている。

- ・供給部～判別部までのコンベア
- ・判別部～袋詰め部までのコンベア
- ・袋詰め部～取り出し口までのコンベア

・キャッチャー部の Z 軸

4.8 ネジの判別

図 17 は判別部の前年度と今年度の比較である。前年度の製品に使用されていたセンサでは判別誤差 0.1% を目標にしていた結果 1% であった。原因としてはセンサとネジに距離があり、判別ミスが起こっていたためである。そのため今年度は、光学センサの数を増やし、より感知しやすい位置に配置することによってネジ判別のスピードと正確さ向上を図った。



前年度 今年度
図 17 センサの取り付け位置の比較

4.9 タッチパネル

本システムはユーザインタフェースとして、バーコードリーダーとタッチパネルを用いて情報を PLC に入力し、どのように制御するかを設定する。

タッチパネルの画面構成図を図 18 に示す。

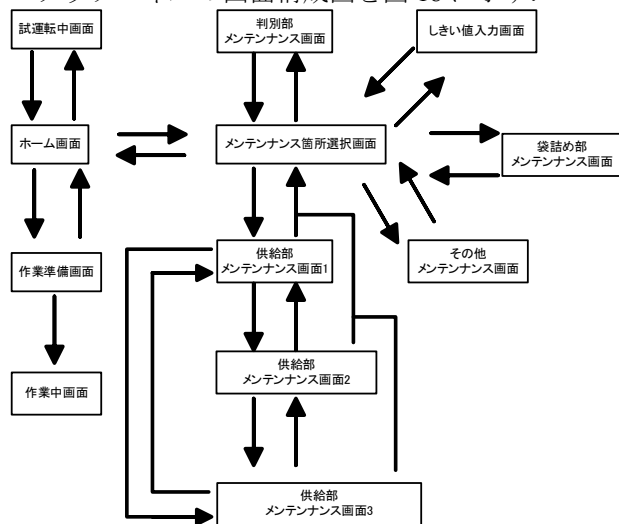


図 18 タッチパネル画面構成図

たとえば、ホーム画面で作業開始ボタンをタッチすれば作業準備画面に移動する。作業準備画面でバーコードを読み取り、作業開始をタッチすることで動作をはじめ、停止ボタンをタッチすると一時的に動作を止めることが出来る。もう一度停止ボタンをタッチすることで動作を再開する。(図 19)

5. 動作確認

試運転結果を表 3 に示す。

1. ネジキャッチャー部とせり上がり機構は本来 2 ユニットで半日分の供給量を確保できるが、動作確認を優先したため 1 ユニットの製作となった。
2. 供給部 1 は個別での動作は確認できた。供給部 2 に関してモータのトルクが足りずコンベアの完全な動作が確認できなかった。

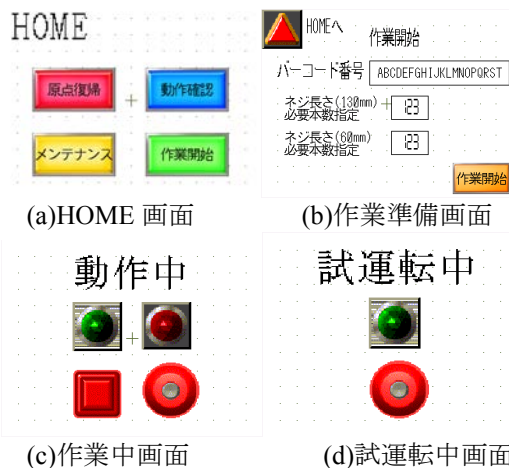


図 19 レイアウト画面一部抜粋

3. 判別スピードは 1 分 46 秒/50 本(昨年実績)から 1 分 41 秒/50 本となった。
4. 判別～袋詰め搬送部のネジ供給時間は 1 本あたり 5 秒を目標とし、実績は 3 秒であった。
5. 袋詰め部のサイクルタイムは 1 分(昨年実績)から 30 秒となった。
6. 袋詰め搬送部では袋詰めされたネジの供給時間は 4 秒を目標としていたが 5 秒だった。

全体として、現時点で一連の流れとしての動作は確認できていないが、表 3 の 4～6 までの連続動作は確認している。

表 3 動作確認結果

	工程名	前年	今年	結果
1	ネジキャッチャー部	×	新規	△
2	供給部	×	新規	×
3	判別部	○	改造	△
4	判別～袋詰め搬送部	×	新規	○
5	袋詰め	○	改造	○
6	袋詰め～箱詰め搬送部	×	新規	○

○:完全に動作 △:個別に動作 ×:動作未確認

6. 結言

今年度は、一連の流れを自動化することを目標としていたが、判別後から箱詰めまでの自動化に成功した。しかし、ネジキャッチャー部から判別部までの自動化の達成を確認できていないので、残された時間で改善していく。また、ラベル貼りに関して次年度の学生達に引き継ぐことになるので構想・試作まで取り組もうと考えている。

最後にご協力頂いた大同化工機工業㈱様にお礼申し上げます。

(2015 年 2 月 13 日提出)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 7月 28日

科名：生産システム技術系

教科の科目	実習テーマ名	
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） （開発課題実習）	太陽光据置型架台支持瓦用ネジ供給機の開発 STEP2	
担当教員	担当学生	
○生産機械システム技術科 山中 利幸		
生産電子システム技術科 秋間 紳樹		
課題実習の技能・技術習得目標		
製品の企画や設計・製作および評価といった工程を行うことにより、基盤技術の複合や応用力を習得するとともに、問題発見・解決能力や計画的作業遂行能力といった人間力の向上を目的としています。具体的には、制御システムの設計技術、機械要素や機構を活用した製品製造技術、ドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標にします。		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
ハウジングパーツメーカーである大同化工機工業株式会社の依頼を受け、昨年度、太陽光パネル設置時の架台支持ネジ（2種類）を邸毎に袋詰めする装置の開発にチャレンジした。しかしながら、当初計画に対して、設備面でも性能面でもまだまだ未達な箇所が多く、更なる改善が急務である。 STEP2として、今年度は前回製作できなかった投入部、及び搬送部の設計製作を行うと共に、前年度不具合点の改善を主として行う。 現場の手作業について、自動化装置の製作を通して、企画開発から製品づくりまでの具体的なテーマに基づき、企業における開発手法を取入れ、企業現場の生産活動に近い問題解決手法を実体験により会得する。		
実習テーマの特徴・概要		
「どの従業員でも簡単に取扱える安全な装置とする。」「企業の要望や意見を調査し、それらを反映した装置を開発する。」をテーマコンセプトに、太陽光パネルの架台を支持する為の、2種類のステンレスタッピングビス（φ5. 2×130L、60L、以降ネジで用語統一）において、読み込んだバーコードラベルから必要本数情報を入手し、ネジストッカーから供給されたネジを整列、必要本数をカウントします。ネジの長短を識別し、ワッシャー、ゴムの欠落不良の検出を行い、袋詰めユニットに送り、50本ずつ袋詰めし、封印後、邸名のバーコードラベルを貼って、出荷用ダンボール箱に投入します。 ストッカーからのネジ取出し、ネジの整列とカウント、ネジの袋詰めと封印、ワッシャー・ゴムの欠落チェック、タクトタイムとユニット毎の連続稼働時間設定、鉄粉処理 等、解決すべき技術課題が多く存在します。又、システム全体として、邸名、ネジの品番、本数、袋詰め日・時間、総労働時間、担当者名、故障時間（分）、故障時間累計、故障原因 等の記録（ログ）を残すシステムとします。		
No	取組目標	
①	課題装置を設計する際に企業ニーズを基に、品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。	
②	機構部を設計する際、製品情報や特許情報を下敷きに、独自性を持って創意工夫をします。	
③	装置を設計製作する際、理論と生産現場の技能・技術を複合して取り組みます。	
④	課題を解決するために必要な情報を企業訪問や工場見学により収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。	
⑤	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。	
⑥	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通認識を持ちます。	
⑦	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。	
⑧	図や表を効率的に利用した分かり易い説明書や報告書、発表会用資料を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。	
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。	