

Tsuneishi Heavy Industries (Cebu), Inc. (フィリピン) 研修報告書 在庫の自動分別システムの開発

先進理工系科学研究科 輸送・環境システムプログラム 平田 亮

1. はじめに

この度、ECBO プログラムで、約 3 週間の海外インターンシップおよび派遣研修に参加し、Tsuneishi Heavy Industries (Cebu), Inc. (以下 THI) で研修させていただいた。本プログラムに参加した理由は、エンジニアとして海外で働くことを経験し、日本との業務や文化の違いを学ぶことで価値観を広げたいと考えたからである。本プログラムを通して、ECBO プログラムの目的である「国境を越えるエンジニア」として成長したいと考えた。

2. 研修課題の決定

各部署での研修では船舶の建造における各工程の業務内容を学習し、取り組むべき課題の発見を試みた (Fig. 1)。また、溶接の体験もさせていただいた。最終的に、遅れが発生している金属の加工部署に着目し、業務効率改善システムを構築することにした。

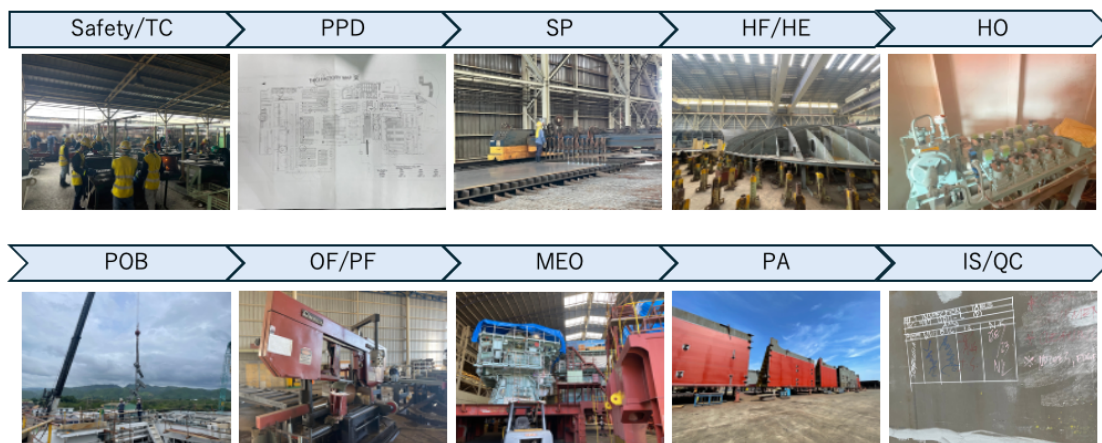


Fig. 1 Ship building process

3. 研修スケジュール

本インターンのスケジュールを Table1 に示す.

Table1 Schedule

日程	実施内容
8/28	出国
8/29	安全講習・溶接体験
8/30-9/9	各部署での研修・課題決定
9/10	中間発表
9/11-17	課題の調査
9/18	最終発表
9/19	帰国

4. 研修先の概要

会社名: TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc.

事業内容: 船舶の建造および修繕

設立: 1994 年 9 月

従業員: 1 万 3000 人 (協力会社社員を含む)

所在地: フィリピン共和国 セブ島 バランバン

敷地面積: 約 147 万平方メートル

主要設備: 船台 2 台, 建造ドック 1 基, 1,300 トン級海上クレーンなど

建造実績船種: ばら積み貨物船, 自動車運搬船

5. 研修の内容

5.1 背景

私は工場見学を通して, 加工プロセスの在庫整理に着目した. 船舶の全製造プロセスのうち加工プロセスでは, 金属のプレートから船舶の組み立てに必要なとなる大小様々な部材を製造する. その際, 切り出された小さな部材は組み立て前に研磨する必要がある, 研磨プロセスの前に在庫に一時保管される (Fig. 2). その際に同様の部材は 1 つのパレットにまとめて保管され, そのパレットが積み上げられる.



Fig. 2 Temporary storage pallets

一時的に保管されたパレットは、次のプロセスの実施予定日が決定次第、その日程の記載されたステッカーが添付される。添付されたステッカーの日程を参照してインストラクターとフォークリフトドライバーが協力してパレットの運搬を行う(Fig. 3)。この際、インストラクターはステッカーの日程を確認し、必要なパレットの取り出し手順を考え、それをドライバーに伝えるという役割を担っている。ドライバーは指示された手順に従って必要なパレットを取り出し、次のプロセスへ運搬する役割を担っている。

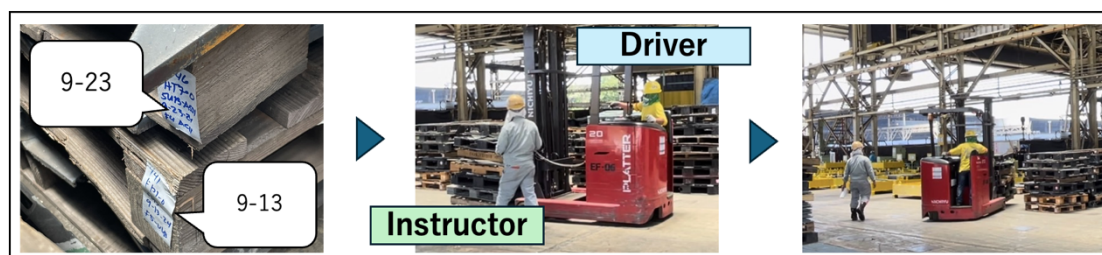


Fig. 3 Pallet transport by instructor and driver

インストラクターとドライバーは次のプロセスの実施日が近いパレットを優先度でグループに分け、優先度の高いパレットを運搬する必要がある。理想とされる在庫の並び方は次の工程の日程に近い順、10日間隔に3種類の優先度(High, Medium, Low)に分けて積み上げられることである(Fig. 4)。しかし、実際には次の工程の日程による優先度で並べられておらず、必要なパレットを取り出すために工数を要している現状がある。

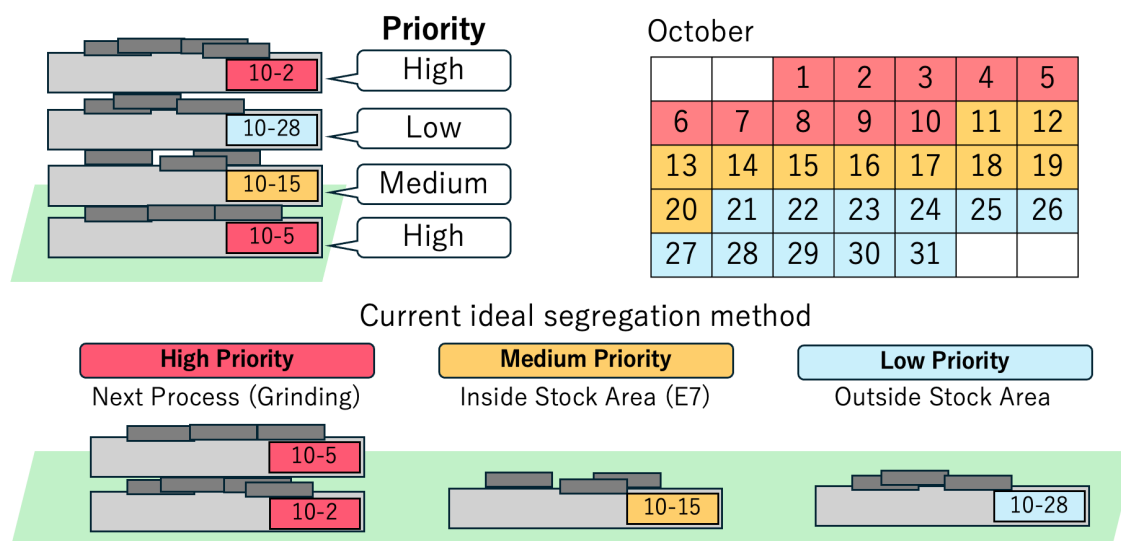


Fig. 4 Ideal segregation method divided into three priority levels

5.2 目的

本プログラムでは、複数のパレットを最短で並び替える手法を提案するシステムを構築することにより、 unnecessaryな並び替えを無くし、工数の削減を目指す。システムの入力は各パレットの次の工程の日程である。出力は各パレットの並び替え手順である(Fig. 5)。

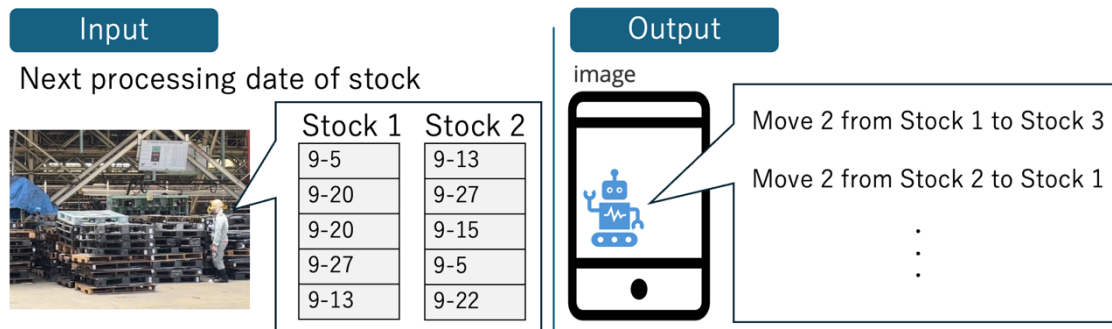


Fig. 5 System inputs and outputs

5.3 方法

目的のシステムを構築するために、ハノイの塔 (Fig. 6) と呼ばれるゲームの並び替えを参考にする。ハノイの塔は異なる大きさの積み木を決まった順番で、できるだけ最短の手数で別の場所に並び替えるゲームである。



Fig. 6 Tower of Hanoi

ハノイの塔の並び替え方法を実際の並び替え方法に応じて変更し、実務上で使用可能にする必要がある。ハノイの塔と実際の並び替え方法では条件が異なる (Fig. 7)。ハノイの塔では、1 度に1つしか動かさない、スタート時の順番は綺麗に並んでいる、並び替え途中の順番を考慮する必要があるといった条件がある。一方で、実際の並び替えでは、1 度に複数のパレットを動かすことができる、スタート時に順番が整理されていない、並び替え途中の順番は考慮する必要がないといった条件がある。

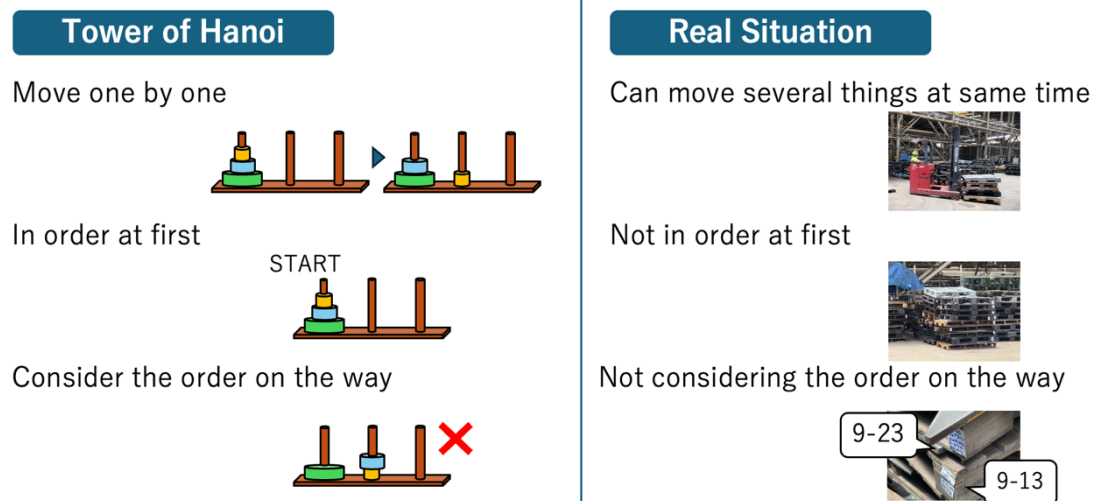


Fig. 7 Tower of Hanoi and the real situation

ハノイの塔とは複数異なる条件に加えて、実際の並び替え状況に近いシステムを構築するため、3つのルールを考慮する (Fig. 8)。第一に、パレットが積み上げられている初期位置は実際の状況と同じく、6箇所とする。第二に、並び替えの際に余分なスペースを追加で3箇所使用することができることとする。第三に、フォークリフトで1度に積み上げることができるパレットの数は5つまでとする。

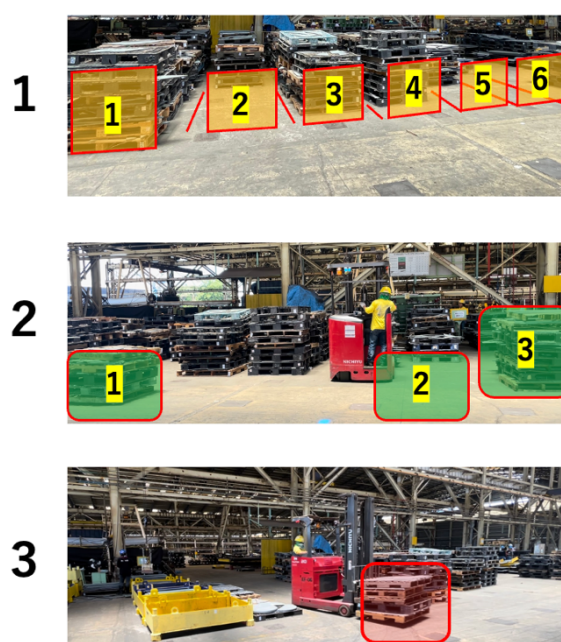


Fig. 8 Rules in system development

並び替えの基本的な考え方はハノイの塔を参考にし、実際の並び替えに対応するための条件とルールを考慮して、システムを構築した。

5.4 システムの使用方法

構築したシステムのユーザーインターフェースを Fig. 9, Fig. 10 に示す. Fig. 9 は初期画面であり, 日程による優先度変更(デフォルトは 10 日間隔)とパレットの次の工程の日程入力欄が表示されている. パレットの次の工程の日程入力欄に日程を入力し, 出力ボタンを押すと, Fig. 10 のように, 各優先度の個数と, 並び方手順が表示される. ドライバーはこの並び替え手順に従ってパレットを並び替えることで, 不必要な並び替えを行わなくて済む. 画面上に出力されたこの並び替え手順は, CSV 形式で出力も行えるため, 印刷をしてドライバーに渡すこともできる.

The image shows the initial screen of the 'Segregation_app'. At the top, the title 'Segregation_app' is displayed. Below it, a section titled 'Priority date range settings' contains three rows of date input fields. The first row is for 'High Priority Date' with values '10-1' and '10-10'. The second row is for 'Medium Priority Date' with values '10-11' and '10-20'. The third row is for 'Low Priority Date' with values '10-21' and '10-31'. A 'Save' button is located below these settings. Below the settings section, there are six numbered input boxes labeled '1:', '2:', '3:', '4:', '5:', and '6:'. Each box is empty and has a small icon in the bottom right corner. An 'Output' button is located at the bottom left of the screen.

Fig. 9 Initial screen of the system

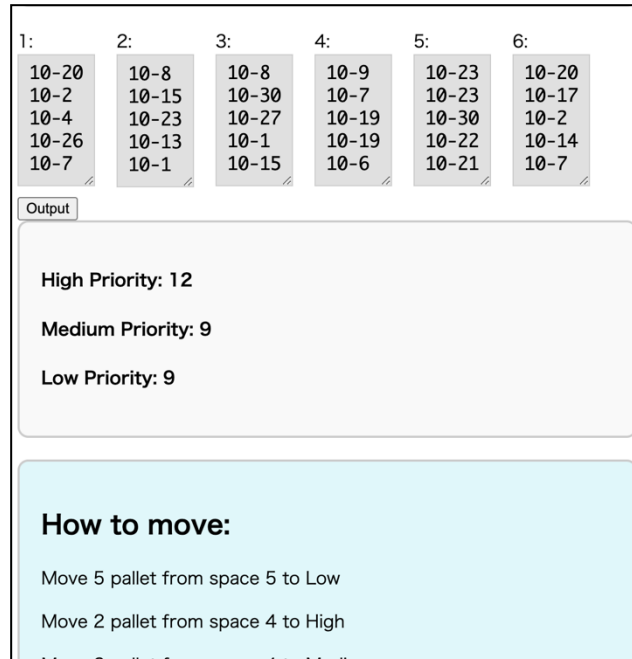


Fig. 10 Output screen of the system

5.5 検証方法

Fig. 11 に示すようにランダムで 10 月 1 日 (10-1) から 10 月 31 日 (10-31) の日程が付与されたパレットを 5 段, 6 箇所用意し, 1 つの検証データとする. その検証データを 3 組用意し, 検証を行う.

1:	2:	3:	4:	5:	6:
10-30	10-15	10-17	10-12	10-11	10-14
10-17	10-25	10-25	10-27	10-12	10-2
10-4	10-11	10-2	10-21	10-28	10-21
10-3	10-22	10-2	10-31	10-13	10-4
10-13	10-15	10-12	10-17	10-16	10-30

1:	2:	3:	4:	5:	6:
10-3	10-19	10-2	10-25	10-7	10-12
10-29	10-25	10-1	10-2	10-22	10-13
10-23	10-12	10-25	10-5	10-20	10-22
10-13	10-14	10-23	10-12	10-15	10-23
10-15	10-29	10-17	10-31	10-9	10-28

1:	2:	3:	4:	5:	6:
10-20	10-8	10-8	10-9	10-23	10-20
10-2	10-15	10-30	10-7	10-23	10-17
10-4	10-23	10-27	10-19	10-30	10-2
10-26	10-13	10-1	10-19	10-22	10-14
10-7	10-1	10-15	10-6	10-21	10-7

Fig. 11 Verification data

検証では、現状の並び替え方法とシステム利用時の並び替え方法で、並び替えに必要な回数を比較する。

現状の並び替え方法では、1つの検証データにおいて、5段、6箇所のパレットを優先度の高い（日程が直近から10日間）ものを順に取り出す。取り出した後、取り出したパレットの個数だけ、ランダムな日程の在庫が追加される。そして、また日程が直近から10日間のものから取り出す。この手順を5回繰り返す。この検証を3つの検証データで行う。

システム利用時の並び替え方法では、1つの検証データにおいて、5段、6箇所のパレットの日程をシステムに入力し、この出力に従ってパレットを並び替える。取り出した後、取り出したパレットの個数だけ、ランダムな日程の在庫が追加される。そして、またシステムを利用して並び替える。この手順を5回繰り返す。この検証を3つの検証データで行う。

5.6 検証結果

検証結果を Fig. 12 に示す。追加されるパレットの個数を横軸に、合計の並び替え回数を縦軸に取った。また、1日に追加されるパレットは約65枚であり、1日ごとの追加される個数を赤字で示している。この図から、1度だけ優先度の高いパレットを取り出すには現状の並び替え方法の方が少ない回数で並び替えを行うことができる。しかし、システムを使用し続けることで在庫が整理された状態が続き、4回目以降は合計の並び替え回数が少なくなる。

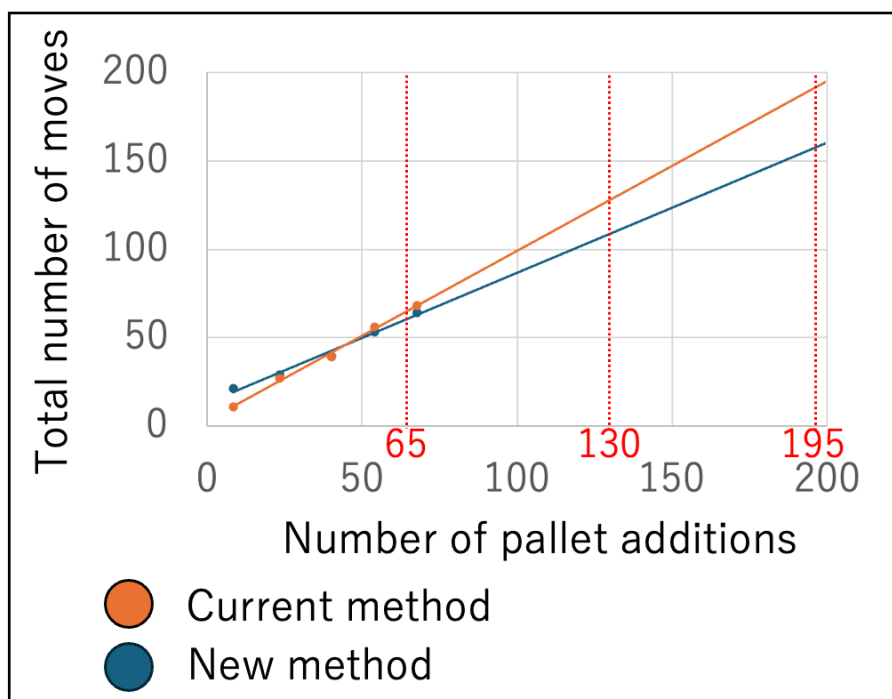


Fig. 12 Relationship between the number of pallet additions and the total number of moves

次に、1枚あたりのパレット並び替え時間を求め、工数を比較する。現地調査の結果、フォークリフトによるパレット1枚あたりの並び替え時間は29.2秒であった。以上を考慮した表をFig. 13に示す。1ヶ月あたりに追加されるパレットの数は約1425枚であり、現状の並び替え方法では11.1時間、システム使用による新しい並び替え方法では8.6時間要することが予測される。

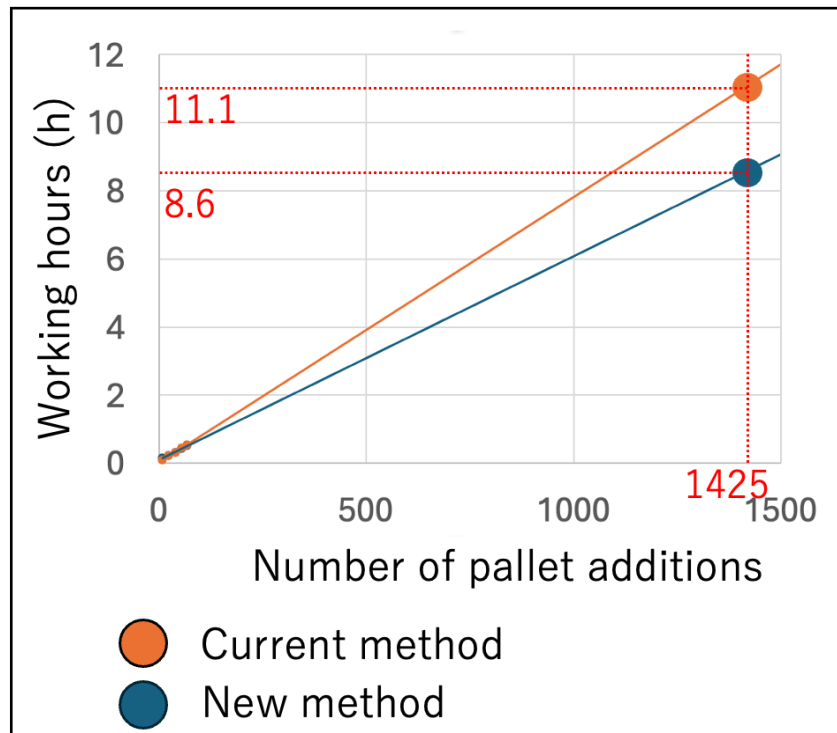


Fig. 13 Relationship between the number of pallet additions and working hours

また、現状の並び替え方法では、フォークリフトのドライバーとインストラクターが同行し、並び替えを行っていることから、インストラクターも同様の工数を要する。一方でシステムを使用する新しい並び替え方法では、インストラクターはシステムに日程を入力し、その出力をドライバーに渡す。そのため、インストラクターの工数として考慮するのはシステムへの入力時間のみとする。システムへの入力時間は、現地での自身の調査により、パレット1枚あたり5.3秒である。このことを考慮し、ドライバー、インストラクターが1ヶ月あたりに並び替えに必要な工数をFig. 14に示す。

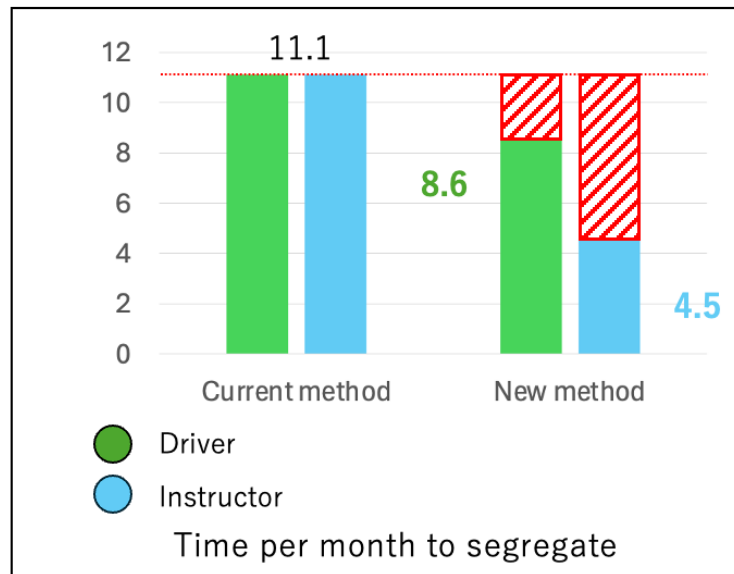


Fig. 14 Estimation of man-hours

Fig. 14 に示す工数の予測より、ドライバーは 2.5 時間、インストラクターは 6.6 時間、合計 9.1 時間の工数削減が見込めた。

6. まとめ

プログラム課題では加工部署の在庫管理に着目し、パレットの並び替え回数の最小化を目指すシステムを構築した。結果として、システムを使用することで一ヶ月あたり、9.1 時間の工数削減が見込めた。今回は、1 部の在庫管理に着目したが、このシステムをより広範囲で使用する如果能够になればさらなる工数削減が見込めると考える。

本プログラム全体を通して、海外で業務体験を行うことは私にとって非常に貴重な経験となった。現地の人の声を聞き、自身の今持つ技術力で課題の解決を試みる経験は、「国境を越えるエンジニア」の第一歩になったと考える。英語でのコミュニケーションに関しては、簡単な議論は行うことはできたが、現地の方に意味を汲み取っていただいていることも多かったため、将来的にビジネス面で英語を使用するにはかなり学習が必要だと感じた。この経験により、英語力、技術力をより高めたいと思うようになり、帰国後の学習意欲も高まった。

7. 謝辞

本プログラムの実施にあたり、多くの方にご支援、ご協力をいただきました。現地での研修でご指導を受け賜りました海崎様、川崎様をはじめとする THI 社員の皆様、広島大学の担当教員の中島先生、ECBO 実行委員の先生、工学系総括支援室国際事業担当の皆様に深く感謝申し上げます。