

# SEMI FlowMaster

## A Concept Supporting Architecture of a Flow Shop Type Manufacturing Line ーフロー・ショップ型製造ライン構築支援コンセプトー

Mar. 3, 2017

Terry Asakawa

Chair, SEMI Automation Technology Technical Committee

オートメーション・テクノロジー委員会幹事

浅川輝雄

Visit here for the latest revision and related documents

<http://www.semi.org/jp/Standards/SmartManufacturing>

There are typical 2 types of automated manufacturing lines:

- Flow Shop type – where the WIP (work-in-process) flows down a line of equipment in the order of manufacturing process steps, and
- Job Shop type – where equipment is grouped by process type and the WIP enters each group of equipment in the order of processes to be performed.

Due to the complexity of the processes, semiconductor front-end manufacturing line uses the Job Shop type. However, for processes that are not as complex, a Flow Shop type is prevalent.

Based on demand from the photovoltaic industry, the SEMI International Standards program developed SEMI PV35 – Horizontal Communication<sup>1</sup> (PV35 HC) which follows a Flow Shop type and supports simultaneous transfer of both WIP and its information in pair (WIP-Information-Pair (WIPIP) Transfer) between adjacent equipment. In order to promote adoption of this standard, the SEMI FlowMaster Forum was organized and the concept of a FlowMaster for Flow Shop type manufacturing line was architected. The PLC (Programmable Logic Controller) Suppliers in the forum are also preparing function blocks for their PLC to support the FlowMaster line concept. The forum hopes that the model and concepts will find applications in semiconductor back-end processes, automotive, food, and bio-med systems and other areas where the Flow Shop type manufacturing line is used – particularly in lines where traceability of the individual WIP information is required. This article introduces the PV35 HC standard and FlowMaster concepts.

一般的な自動化された製造ラインには、以下の2種類があります。

- フロー・ショップ型 – 製造工程順に並べられた装置を被製造物が流れて行く。
- ジョブ・ショップ型 – 機能ごとに並べられた装置を被製造物が工程順に巡回する。

半導体製造工程の前工程はその流れの複雑さからジョブ・ショップ型が採用されていますが、それほど流れが複雑ではない製造工程ではフロー・ショップ型が多く採用されています。SEMIスタンダードでは太陽電池分野での要求をきっかけに、フロー・ショップ型製造ラインに於いて隣接装置間で情報と物とを同期搬送(情報一致搬送)するための標準である SEMI PV35 Horizontal Communication<sup>1</sup> (以下 PV35 HC) を開発しました。更にこの標準の普及促進のために SEMI FlowMaster Forum を組織して FlowMaster というフロー・ショップ型製造ラインの構築コンセプトを作成し、メンバーである PLC (Programmable Logic Controller/プログラマブル・ロジック・コントローラー) サプライヤから実装用のファンクション・ブロックを提供する準備を進めており、半導体製造工程の後工程、自動車関係、食品関係、医療用細胞培養システムなど種々の分野に於けるフロー・ショップ型製造ライン、特に被製造物の個体情報の追跡性 (Traceability) を要求されるラインへの応用に期待をしています。本稿ではこの PV35 HC と FlowMaster とを紹介します。

---

<sup>1</sup> SEMI PV35 Horizontal Communication – Specification for Horizontal Communication Between Equipment for Photovoltaic Fabrication System

# 1 Issues of Forming Flow Shop Type Manufacturing Lines: Reduction of System Integration (SI)

## Burden

フロー・ショップ型製造ライン構築の課題 – システム・インテグレーション (SI: System Integration) 負荷の軽減

When building a Flow Shop type manufacturing line, required equipment for the process should be connected to form both WIP and its information flow.

フロー・ショップ型製造ラインを構築する場合、製造工程に必要な種々の装置を物流的・情動的に接続して被製造物の流れと加工情報・加工結果情報の流れとを構成する必要がある。

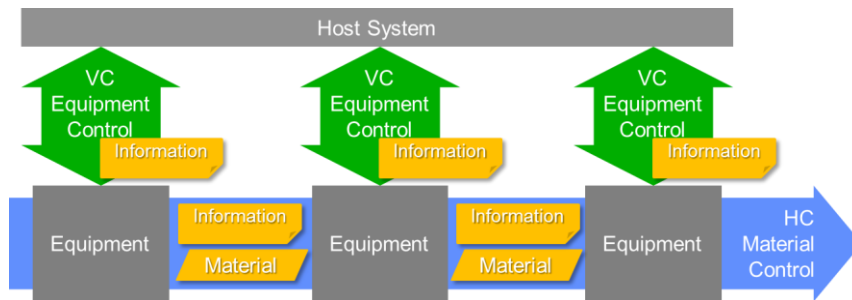


Figure 1 Flow Shop Type Manufacturing Line and Communication Interfaces

フロー・ショップ型製造ラインと通信インターフェイス

### 1.1 Burden on Line Start-up from Deficiencies in Interface Standards

接続標準の欠如による製造ライン立ち上げ負荷

In order to build the line mentioned above, both an interface from equipment to equipment (Horizontal Communication (HC)) and an interface from equipment to the host system (Vertical Communication (VC)) are needed. However, there is no readily available standard that addresses the handoff both WIP and its process (and process result) information between adjacent equipment while some generic industrial communication protocol standards are available. For this reason, system integrators have no choice but to develop their own, and equipment OEMs are left to support a variety of system integrator specific standards. Situations when the standard is not well generalized, specification changes from project to project are not unusual. Therefore:

- Both cost and time increase for definition and implementation of equipment-to-equipment communication specification
- Start-up of the manufacturing line comes under pressure due to additional time needed for connection and start-up of the equipment-to-equipment communications on site
- Because special industrial networks are sometimes required by certain specifications, there are limitations to the controllers and development environment that can be used.

前述の流れを構成するためには一般に、装置と装置との間のインターフェイス (HC : Horizontal Communication/横方向通信と呼ぶ) と、ホスト・システムと装置との間のインターフェイス (VC : Vertical Communication/縦方向通信と呼ぶ) とが必要とされる。しかし、工業用通信プロトコルの標準は各種存在するものの、装置間で被製造物と加工情報・加工結果情報をやりとりする標準は見当たらない。従ってシステム・インテグレーターは自身で仕様を作成管理せねばならず、装置の供給者はシステム・インテグレーターごとに異なる仕様への対応を求められる。仕様の汎用化度が低いとプロジェクトごとに異なる仕様となることも少なくない。そのため、以下などの課題がある。

- 装置間通信の仕様決定とその実装にコストと時間がかかる

- 装置間通信の現場での接続・立ち上げに時間がかかり、製造ラインの立ち上げ期間を圧迫する
- 仕様に依っては特定の工業用ネットワークを前提とするため、使用できる制御機器（PLC 等）や開発環境に制約がある

## 1.2 Deficiencies in the Host System or overdependence on the Host System

ホスト・システムの欠如もしくはホスト・システムへの過依存

On the other hand, even though Flow Shop type manufacturing lines are expected to be simpler and lower cost when compared to Job Shop type manufacturing lines, the demand for better quality control and traceability of the WIP in Flow Shop type manufacturing lines is increasing. However, because most implementations do not include “WIPIP Transfer” between equipment, either of the following cases is likely to occur:

一方で、ジョブ・ショップ型製造ラインに比べて単純で低コストを要求される場合が多いフロー・ショップ型製造ラインに於いても被製造物の品質制御（Quality Control）や製造過程の追跡性（Traceability）の要求が高まっている。しかし、隣接装置間での「情物一致搬送」がなされていない場合が多く、そのため、以下のどちらかになりやすいという課題がある。

- Information on the WIP is distributed across multiple equipment and traceability is insufficient as there is no system which can be considered the Host System and no “WIPIP Transfer”.
- ホスト・システムと言えるようなもの自体が不在で、かつ「情物一致搬送」がなされていないため、被製造物の情報が各装置に分散していてトレーサビリティが不十分である場合。
- A Host System is managing the quality control and traceability, but because there is no “WIPIP Transfer”, the Host System must carry out those functions as well as manufacturing instructions. This drives the requirement for an event driven Manufacturing Execution System<sup>2</sup> (MES) and also drives up the investment cost in the overall Host System.
- ホスト・システムによって品質制御や追跡性は確保されているが、「情物一致搬送」がなされていないため、その機能やそれに伴う被処理物に合わせた製造指示などもホスト・システムで行なおうとイベント・ドリブンな MES (Manufacturing Execution System)<sup>2</sup> も有し、ホスト・システムへの投資コストが大きい場合。

## 1.3 Creating the right Flow Shop type manufacturing line

こんなフロー・ショップ型製造ラインが欲しい....

In order to clear the above challenges, it is best to have a standard which supports to form the following characteristics of a Flow Shop type manufacturing line:

上記の課題を解決するためには、以下のような特性を持つフロー・ショップ型製造ラインの構築を支援する標準が望まれる。

- Inexpensive  
Extravagant MES, like the ones used in the semiconductor front end, are unnecessary. The Host System only needs to be built with Set-up, Log and anomaly detection functions based on existing information system.
- 安い（コスト）  
半導体製造の前工程のような豪華な MES が要らず、ホスト・システムにはセット・アップ（Set-up）とログ（Log）と異常監視程度の機能を既存の情報系の上に構築するだけでよい。
- Fast  
Works right away when connected on-site, with a quick start-up time (with off-the-shelf function blocks) and flexibility to handle process step changes.

<sup>2</sup> MES(Manufacturing Execution System)- "computerized systems used in manufacturing, to track and document the transformation of raw materials to finished goods" Source: Manufacturing execution system - <https://en.wikipedia.org>

- 早い（時間）  
現場で繋いだら即動く、短い立ち上げ時間（オフ・ザ・シェルフ（Off the shelf）なファンクション・ブロックの提供）と工程変更に対する柔軟性（工程変更に伴う MES の変更の回避）
- Efficient  
Does not rely excessively on the MES, and has the controllability (e.g. recipe management), quality management capability, traceability and log function necessary and sufficient for the WIP.
- 旨い（出来栄え）  
MES に過度に頼らずに、被製造物の必要十分な制御性（e.g. レシピ管理）、品質管理能力、トレーサビリティ、Log 能力を持つ。

## 2 Development of PV35 HC

### PV35 HC の開発

To drive solutions for these challenges, the SEMI International Standards program has developed PV35 HC which supports “WIPIP Transfer”.

このような状況を改善するために、SEMI スタンダードでは装置間での「情物一致」の搬送支援のための PV35 HC を開発した。

#### 2.1 SEMI Standards Automation Technical Committee

SEMI オートメーション・テクノロジー委員会

PV35 HC was developed by the SEMI Standards PV<sup>3</sup> Automation Technology Committee. However, because this type of standard for Flow Shop type manufacturing lines is not specific to just the PV industry, and can be applied broadly to other areas, the PV Automation Technical Committee has been renamed “SEMI Automation Technology Committee”. At the same time, steps are being taken to change the designation of the standard from “PV” to simply “A” (for automation).

PV35 HC は SEMI スタンダード PV<sup>3</sup> オートメーション委員会に依って開発された。しかし、このようなフロー・ショップ型製造ラインを支援する標準は太陽電池など特定の分野への特化性が低く、広く他分野への適用が望まれることから、SEMI PV オートメーション委員会は既に SEMI オートメーション・テクノロジー委員会と改名され、PV35 HC も PV という名称から A という名称への変更手続きの過程にある。

#### 2.2 The Goal of PV 35 HC

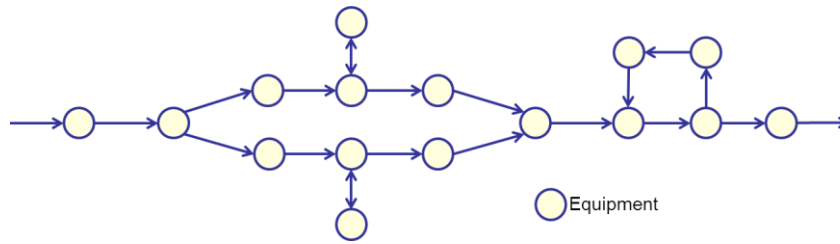
PV35 HC の目的

PV35 HC aims to provide a standardized “WIPIP Transfer” interface, which simultaneously transfers WIP and its information between adjacent equipment, based on TCP/IP for manufacturing line with following topology (see Fig. 2 below).

PV35 HC は以下のような接続形態の製造ラインに於いて隣接する装置間で被製造物と情報とを運ぶ TCP/IP 上で機能する汎用の「情物一致搬送」用のインターフェイスを提供することを目的とする。

---

<sup>3</sup> PV – Photovoltaic



**Figure 2 Example of a Manufacturing Line Topology Supported by PV35 HC**  
**PV35 HC がサポートする製造ラインの接続形態例**

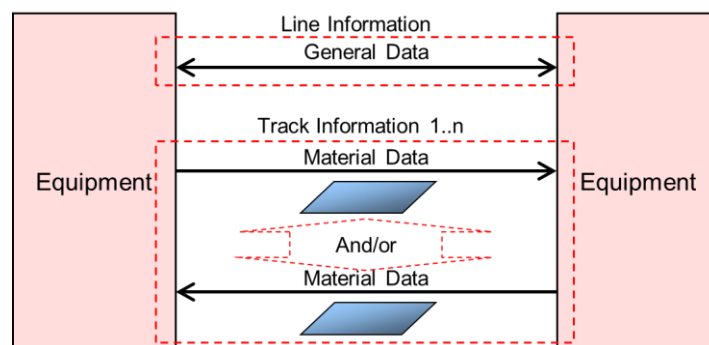
### 2.3 Configuration of the Lines Supported by PV35 HC

PV35 HC がサポートする接続の構成

The PV35 HC interface connects the adjacent equipment of a Flow Shop type manufacturing line. One PV35 HC line has the following functionality:

PV35 HC はフロー・ショップ型製造ラインの隣接する装置間を接続するインターフェイスであり、ひとつの PV35 HC 接続 (“Line”と呼ぶ) は以下の機能を持つ。

- Generic Communication Line between adjacent equipment (Line Information)  
 Perform reciprocal communication at the equipment level through exchange of general data not specific to the WIP handled between adjacent equipment. PV35 HC provides the message exchange framework (Data Handshake).
- 隣接装置間での汎用通信路 (“Line Information”)  
 隣接する装置と装置が被製造物に特化しない情報 (“General Data”) を交換して装置レベルで相互に意思疎通を行うために用いることができる。 PV35 HC はそのためのメッセージ交換の枠組みを提供する。 (“Data Handshake”)
- Simultaneous Transfer of WIP and its Information between adjacent equipment (Track Information)  
 A logistics interface for “WIPIP Transfer” that physically transfers the WIP along a track between adjacent equipment, and at the same time, transfers the material data of the WIP (material handshake). One line may contain multiple tracks.
- 隣接装置間での被製造物とその情報の同時転送 (“Track Information”)  
 隣接する装置間の搬送路 (“Track”) で被製造物を物理的に受け渡し、同時にその被製造物の情報 (“Material Data”) を受け渡す「情物一致」の物流インターフェイスである。 (“Material Handshake”)  
 ひとつの“Line”は、ひとつ以上の“Track”を持つことができる。



**Figure 3 Configuration of the Connection Supported by PV35 HC**  
**PV35 HC が提供する接続の構成**

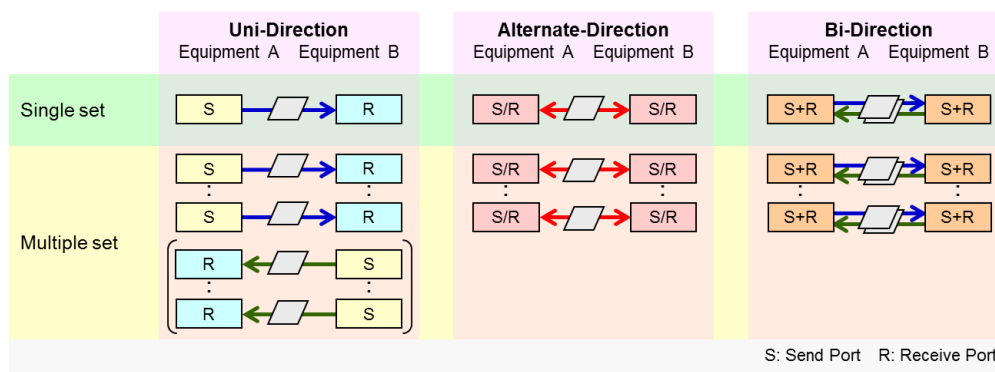
## 2.4 PV35 HC Track Types

### PV35 HC の“Track Type”

A track can handle the following types of the flow of WIPs. The equipment which has a transfer demand of a WIP to adjacent equipment issues a transfer request. The adjacent equipment responds in a specified manner and establishes one of the following transfer sequences. Which track type is used depends on the configuration of the line, functionality of the transfer mechanisms between adjacent equipment, and other factors.

Track は、以下の被製造物の流れを扱うことができる。隣接する装置に対して被製造物を渡す要求が発生した装置が搬送要求を発生し、当該隣接装置がこれに規定の応答をすることに依って以下のいずれかの搬送関係が成立する。どの “Track Type” を用いるかは製造ラインの構成や隣接装置間の搬送機構の能力などによって決められる。

- **Uni-Direction**  
A simplex flow. WIPs always flow in only one specified direction. Only upstream equipment issues transfer request. Downstream equipment responds to the request.
- **“Uni-Direction”**  
単方向の流れ。被製造物は常に一定の方向に流れる。上流の装置のみが搬送要求を出し、下流の装置はそれに応える。
- **Alternate Direction**  
Direction of flow changes upon the transfer request. Equipment in both sides can issue transfer requests, and the direction of transfer is decided based on result of the contention solving of transfer requests.
- **“Alternate-Direction”**  
流れの方向が、搬送要求ごとに切り替わる。双方の装置が搬送要求を出すことができ、搬送要求の調停の結果、搬送方向が決定される。
- **Bi-Direction**  
Adjacent equipment exchange WIPs each other in one transfer sequence.
- **“Bi-Direction”**  
隣接する装置が一度の搬送動作で被製造物を相互に渡し合う。



**Figure 4 Track Types Supported by PV35 HC**

PV35 HC がサポートする被製造物の流れ

### 3 Adoption Barriers for Standards

#### スタンダードの持つ適用障壁

Even though standards are developed, the following items need to be carefully considered in order to apply successfully to manufacturing lines:

一般にスタンダードが開発されても、それを実装して実際の製造ラインに適用するには以下のような課題がある。

➤ **Implementation Burden**

For end users of standards (equipment and equipment component suppliers), the standardized portions (e.g. connection interface, etc.) are not a value added areas, and it is difficult to justify the man-hour, money, goods and time needed for the implementation and is lowered in priority.

➤ **実装負荷**

スタンダードの末端使用者（装置や装置に使用されるモジュールの提供者）にとって、標準化された部分（接続インターフェイスなど）は付加価値部分ではなく、その実装にかかる人、金、物、時間のビジネス視点での正当化が難しく、優先順位が下がる。

➤ **Inconsistencies Based on Differing Interpretations during Standards Implementation**

Even when standards are written carefully, it is almost impossible to avoid some variation in the interpretation, and very difficult to get rid of any inconsistencies due to differing interpretations. It takes quite a bit of time and cost before variations in interpretation are reduced with full application notes, thought leadership builds and inconsistencies are eliminated through establishment of implementation experience.

➤ **スタンダードを実装する際の解釈の差による不整合**

注意深く書かれたスタンダードであってもその解釈の揺れを抑えることは至難の業であり、解釈差による不整合をなくすことは容易ではない。アプリケーション・ノートの完備や考え方の普及によって解釈の揺れが収まり、実装実績が確立されて不整合がなくなるまでには相応の時間とコストがかかる。

➤ **Compatibility with Current Specification**

In general, a new Standard is developed as a functional superset of the existing specification. However, in many cases they are not directly compatible and the users and suppliers must implement simultaneously, so the motivation among users and suppliers for the decision of the transition timing must be monitored carefully.

➤ **現状との互換性**

一般に新たなスタンダードは機能的には現状のスーパーセットとして設計されるが、直接的な互換性を有しない場合が多く、需要側と供給側が同期して実装する必要があり、移行時期に関して需給間での動機付けの調整を要する。

### 4 FlowMaster and the SEMI FlowMaster Forum

#### FlowMaster と SEMI FlowMaster Forum

FlowMaster is a mechanism created to lower the barriers for implementation of the above PV35 HC. The SEMI FlowMaster Forum was developed as a central organization that would further develop FlowMaster concept and assist with adoption.

PV35 HC の実装障壁を下げるために後述する FlowMaster という仕組みを開発・提供し、普及活動を行うための母体として SEMI FlowMaster Forum が組織された。

#### 4.1 FlowMaster Forum

FlowMaster Forum

The FlowMaster Forum is a special interest group of SEMI. Any SEMI members, supplier or users, involved in the development, supply or adoption of FlowMaster-related items may join the group. Currently, activities are centered around Programmable Logic Controller (PLC) suppliers such as Mitsubishi Electric, Siemens, Keyence, Yokogawa

Electric, as well as their users such as Nisshinbo Mechatronics. Some of the major activities of The FlowMaster Forum include:

- Development and management of the FlowMaster specification, which supports the building of Flow Shop type manufacturing lines.  
Use of PV35 HC as well as other SEMI Automation Technology Committee and related industry standards.
- Assist interoperability testing of implemented FlowMaster components among the members of the FlowMaster Forum.  
“Potluck” style interoperability testing.

FlowMaster Forum は SEMI のスペシャル・インタレスト・グループ（興味を同じくするグループ）という活動カテゴリーに属し、FlowMaster の開発・提供・普及に関係すれば、提供者・使用者など誰でもメンバーとなることができる。現在、三菱電機、シーメンス、キーエンス、横河電機、日清紡メカトロニクスなど PLC 提供者とそのユーザーとが中心になって活動している。

FlowMaster Forum の活動内容は主に以下である。

- フロー・ショップ型製造ラインの構築支援コンセプトである FlowMaster の仕様開発と管理  
PV35 HC など、SEMI オートメーション・テクノロジー委員会のスタンダードや関連する業界標準を用いる。
- FlowMaster Forum のメンバー間での実製品の互換性試験の補助  
持ち寄り方式での互換性試験の調整。

## 4.2 What is FlowMaster?

FlowMaster とは

FlowMaster is a common concept for building Flow Shop type manufacturing lines with the following characteristics:

- Lines that can be hooked up quickly (plug & play)
- Lines with a superior level of traceability
- Lines with autonomous equipment that do not overly depend on MES

FlowMaster は以下のようなフロー・ショップ型製造ラインの構築のための共通コンセプトである。

- すぐに接続できる製造ライン
- トレーサビリティに優れた製造ライン
- 装置が自律的に動く、過度に MES 依存しない製造ライン

## 4.3 Structure and Deliverables of FlowMaster

FlowMaster の構成と提供物

FlowMaster supports the integration of the above Flow Shop type manufacturing line through standard specifications for the following 3 functions necessary for the control of equipment and WIPs. Furthermore, there is also a goal to support integration of a Flow Shop type manufacturing line by providing off-the-shelf function blocks, which operate on the controllers (i.e. PLC, etc.), provided from the controller suppliers in the forum.

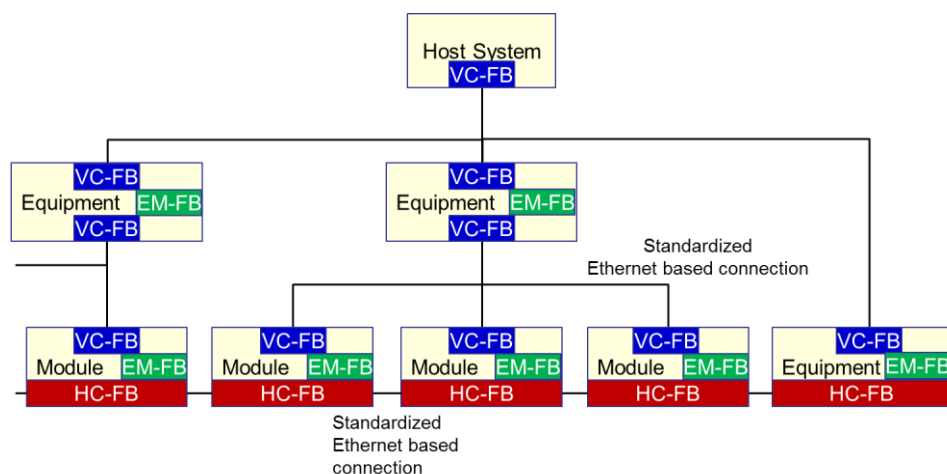
FlowMaster はフロー・ショップ型製造ラインに於ける装置と被製造物との制御に必要な以下の 3 つの機能の標準仕様の提供に依って前述のようなフロー・ショップ型製造ラインの構築を支援する。更に、メンバーである制御機器サプライヤ各社から自社の制御機器 (PLC など) 上で動くオフ・ザ・シェルフなファンクション・ブロックを提供することに依ってフロー・ショップ型製造ラインの構築を支援することを目標としている。

- FlowMaster HC: Provides standard specifications and function blocks for HC → Current focus area  
Provides object-oriented transport system to keep “WIPIP Transfer”, by using PV35 HC. In a simple Flow



Shop type manufacturing line, a line with enough traceability may be formed just through HC without VC or a host system.

- FlowMaster HC : HC 用の標準仕様とそのファンクション・ブロックの提供 → 現注力点  
PV35 HC を用いた「情物一致」のオブジェクト指向な搬送系の提供。  
簡易なフロー・ショップ型製造ラインでは、VC やホスト・システムを持たなくても、HC だけでトレーサビリティを有したライン構築ができる。
- FlowMaster VC: Provides standard specifications and function blocks for VC → Next focus area  
Supports development of a new standard for equipment settings and control or recording of an operating log through a host system. Also provides for development of a new standard for recording of a process log of WIPs through the host system.
- FlowMaster VC : VC 用の標準仕様とそのファンクション・ブロックの提供 → 次注力点  
ホスト・システムによる装置の設定・制御や稼働 Log 収集のための新スタンダードの開発支援。  
ホスト・システムによる被製造物の処理 Log の収集のための新スタンダードの開発支援。
- FlowMaster EM: Provides standard specifications and function blocks for the equipment module → Goal  
Supports development of a new standard for control of standard behavior of equipment and models. Provides for autonomous facilities (realization of the “MES-less line”) through standardization of equipment operational models.
- FlowMaster EM : 装置制御用の標準仕様とそのファンクション・ブロックの提供 → ゴール  
装置やモデルの標準的な振る舞いの制御のための新スタンダードの開発支援。  
装置の動作規範の標準化による設備の自律化（「MES Less Line」の実現）。



**Figure 5 FlowMaster Structure and Components**

FlowMaster の構成と提供物

#### 4.4 Current State of FlowMaster

FlowMaster の現状

Development of the first item, the PV35 HC function block which will support implementation of FlowMaster HC, is moving forward largely under the direction of Mitsubishi Electric and Siemens. As a prototype, a Z-gauge model railroad with controls using both companies PLCs has been displayed at SEMICON Japan 2013, 2014, 2015 and SEMICON China 2014, 2016. Also, the forum is moving forward with a survey of prospective users by FlowMaster Forum members. This has led to a call for expedited development of FlowMaster VC.

最初の提供物である FlowMaster HC の実装を支援する PV35 HC のファンクション・ブロックの開発が、主に三菱電機とシーメンスの主導で進められている。そのプロトタイプは、両社の PLC を用いて Z ゲージ鉄道模型の制御に適用され、既に SEMICON Japan 2013, 2014, 2015、及び SEMICON China 2014, 2016 にて展示された。また、FlowMaster Forum のメンバーによる想定使用者からの意見の聞き取り調査が進められており、FlowMaster VC の早期の開発を望む声が寄せられている。



**Figure 6 Display of Application on Z-Gauge Model Railroad**

Z ゲージ鉄道模型の制御に適用しての展示

That concludes the overview of SEMI PV35 HC and FlowMaster. How conventional specifications are diverging and becoming inefficient, and even though a resolution through standardization is desirable, the barriers to a transition to standards are larger than expected. Underneath the tide of IoT, various changes are starting to occur in services, logistics, production and other areas through the activities of groups like the Industrial Internet Consortium (IIC) <sup>4</sup> and Industrie 4.0<sup>5</sup>. It is time that SEMI Standards and the knowhow cultivated in the semiconductor industry ride this tide into a new evolution.

以上、SEMI PV35 HC と FlowMaster について解説しました。いかに現状の仕様が発散していて不効率でそれを解消するための標準化が望まれていても、スタンダードへの移行障壁は思いのほか大きいものです。しかし、IoT の潮流の下、インダストリアル・インターネット・コンソーシアム (ICC: International Internet Consortium) <sup>4</sup> やインダストリー4.0 (Industrie 4.0)<sup>5</sup> の動きの中で、サービス、物流、生産などに種々の変化が起きようとしています。このような潮の流れに乗って SEMI スタンダードも半導体で培ったノウハウを新たな分野に展開する時ではないでしょうか。

<sup>4</sup> Consortium of U.S. public companies such as GE, IBM, Intel, Cisco Systems, AT&T, and others.

<sup>5</sup> A national project of Germany. Developed to raise the effectiveness of production and logistics automation by networking computers, information and knowledge bases.

お問い合わせ先：

SEMI ジャパン

スタンダード&EHS

コリンズ純子

Junko Collins [jcollins@semi.org](mailto:jcollins@semi.org)

脚注：

PV<sup>1</sup> – Photovoltaic (太陽光発電)

SEMI PV35 Horizontal Communication<sup>2</sup> – Specification for Horizontal Communication Between Equipment for Photovoltaic Fabrication System

MES (Manufacturing Execution System)<sup>3</sup> – 工場現場において生産を実行する役割を担う情報システム

インダストリー・インターネット・コンソーシアム (ICC, Industry Internet Consortium)<sup>4</sup> – アメリカの GE、IBM、インテル、シスコシステム、AT&T が発足させた民間企業によるコンソーシアム

インダストリー4.0 (Industrie 4.0)<sup>5</sup> – ドイツが進める国家プロジェクト。ネットワークで情報を繋ぎ、コンピュータ、人工知能を活用して生産や流通の自動化を最適なレベルまで引き上げる試み。

参考文献：References

SEMI PV35 Specification for Horizontal Communication Between Equipment for Photovoltaic Fabrication System

SEMI PV35.1 Media Interface Specifications for a Horizontal Communication Between Equipment