

## SEMI E105-0701

### CIM フレームワークスケジューリングコンポーネントのための暫定仕様

免責事項: この SEMI スタンダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

本仕様は、Global Information & Control Committee で技術的に承認されたもので、North American Information & Control Committee が直接責任を負うものである。現版は 2001 年 2 月 1 日に日本地区スタンダード委員会にて承認された。2001 年 4 月にまず [www.semi.org](http://www.semi.org) で入手可能になり、2001 年 7 月発行に至る。初版は 2000 年 9 月発行。

#### 1 目的

1.1 スケジューリングコンポーネントは装置上の材料の処理、材料の移動、および装置の維持管理を行うジョブの指令をタイミングよく出すことによって、ファクトリオペレーションコンポーネント、材料搬送・保管コンポーネント、製造マシンコンポーネント、および装置トラッキング・メンテナンスコンポーネントをサポートする。スケジューラは製品の需要、装置および材料の状態、プロセスフロー、スループットのボトルネック、オペレーションポリシーおよび制約条件、その他の情報についての知識を使って、製品の需要を満たし計画された目標を達成するために、工場リソースを最大限効果的に利用するようなジョブを推奨する。

1.2 オペレーションに対するコントロール量が増加しているため、工場のイベントおよび状態変化に対応でき、材料処理、材料搬送および装置メンテナンスに関するスケジュールを動的に調整できるアクティブなスケジューリングコンポーネントが必要とされている。スケジューリングコンポーネントは、待ち行列のサイズを最小限に抑え、かつ、WIP インベントリレベルを希望レベルに保ってボトルネックの装置を最大限効率よく使用できるようにするために、プライオリティを調節して、工場にある材料のインベントリレベルに反応することができる。

1.3 スケジューリングコンポーネントは装置のアイドルタイムを減らすため、(サブストレートおよび耐久材に関する)材料搬送と処理を調整することによって所用時間(TAT)を最小限に抑えることができる。スケジューリングコンポーネントはセットアップタイムを最小限にするように活動を並べることができる。予定された装置ダウンタイムおよび予定外の装置ダウンタイムに対応して所用時間への影響を最小限にすることもできる。TAT 全体を最小限に抑えるだけでなく、緊急ロットのプライオリティに対応するため、緊急ロットを可能な限り短い時間でプロセスフロー内を移動させ、それによって影響を受けるプライオリティの低いロットのスケジューリングを調整することもできる。

#### 2 範囲

2.1 ランタイム時におけるスケジューリングコンポーネントの主な仕事は、リソースおよび材料の状態をモニターし、スケジューリング決定メカニズムおよびディスパッチング決定メカニズムを使って、工場リソースの次の活動を定めること(ディスパッチング)あるいは活動シーケンスを決めること(スケジューリング)である。スケジューリングコンポーネントにはスケジューリングおよびディスパッチングの両方をサポートするインタフェースがある。図1にはスケジューリングコンポーネントと CIM フレームワークの他のコンポーネントとの相互作用が描かれている。その図にはスケジューリングコンポーネントに工場リソースの現在状態を知らせるのに必要な数多くの情報が全部記されているわけではない。

2.2 本スタンダードに記されている通り、スケジューリングコンポーネントは活動オプションリストおよび活動予測リストを作る。そのリストは工場モデルおよび他のコンポーネントからの状態情報とスケジューリングコンポーネントのスケジューリングポリシーを組み合わせて作られる。例えば、スケジューリングコンポーネントは製品をどのように作るかということについて仕様コンポーネントから得たデータと装置コンポーネントおよび製品管理コンポーネントから得た状態データを組み合わせて、マシンの活動オプションを提供する。

2.3 ファクトリオペレーションコンポーネントはスケジューリングコンポーネントのサービスを使ってマシンおよびロット製造管理をまとめあげる。例えば、ある装置が使用可能になったら、ファクトリオペレーションは活動オプションリストを使って、その装置で次に処理するロットを選ぶ。その後ファクトリオペレーションは他のコンポーネントと協

力してマシンでそのロットの製造ジョブを実行する。製造ジョブを実行すると他のコンポーネントのロットの状態および装置の状態が変わる。こういった状態の変化はその後スケジューリングコンポーネントが新しい活動リストを作る際に利用される。

2.4 スケジューリングマネージャは「この材料あるいはリソースを次にどうするのか?」といった質問に対する答を提供してファクトリオペレーションをサポートする。その時点でのあるいは将来の制約および目標に対する評価を基にした答になる場合もある。ディスパッチャのアウトプットはターゲットリソースの次の活動に関する決定という形をとるが、インタフェースは決定を下すもとなるプライオリティ付き活動リストを提供して、マニュアルでのシナリオもサポートできる。

2.5 スケジューリングマネージャのインタフェースは次の活動の後に予定されている活動に関する予測も提供する。予測される将来の活動のシーケンスおよび実行タイミングをシミュレーションすることによって、スケジューラは今後出される要求に対するディスパッチャの応答を予言する予測を作成することができる。工場条件が変わると予測も変わるが、その予測は将来の活動決定に関して、その時点で最良の予測である。

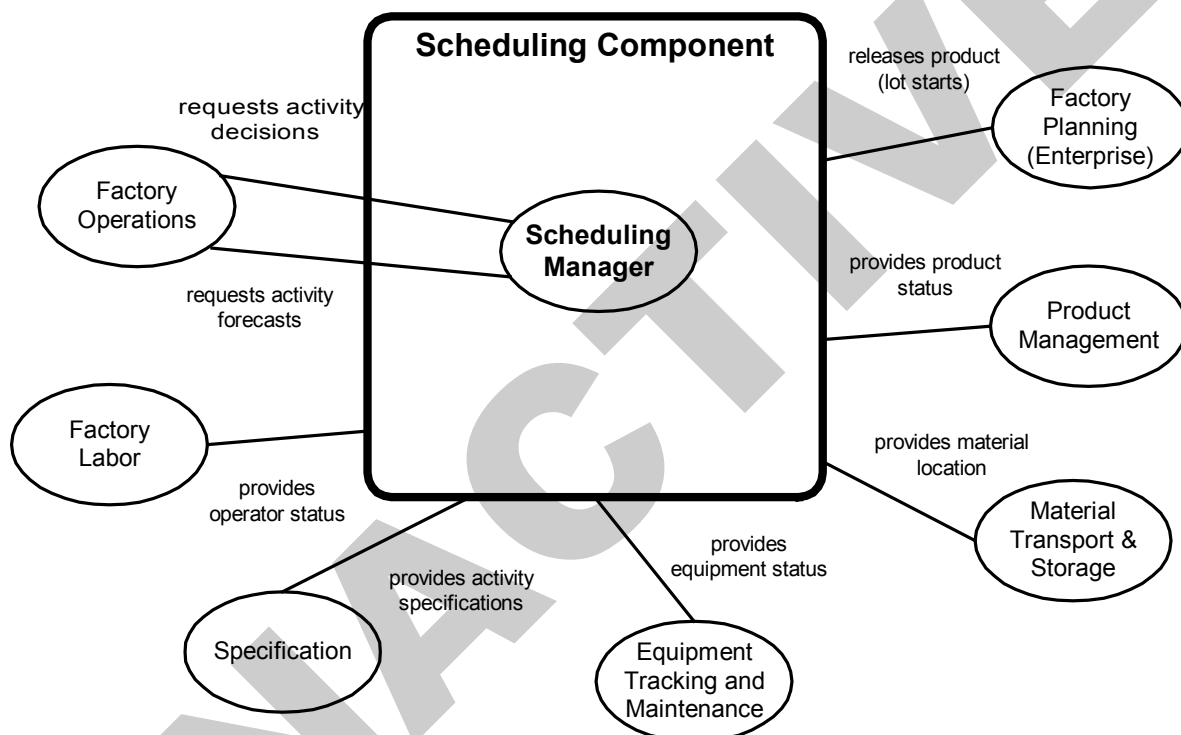


図 1  
スケジューリングコンポーネントの相互作用

2.6 本仕様にはスケジューリングコンポーネントが活動リストを作るのに使用するポリシーの定義は記されていない。定義づけはコンポーネントの実装者に任されている。

2.7 このスタンダードはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

### 3 制限

3.1 暫定状態 — 本仕様は未完成の分野があるため暫定とされている。完全なスタンダードにするためのバロットの前に処理しなければならない暫定仕様の欠陥は下記に要約されている。

3.1.1 ファクトリオペレーションコンポーネントへの依存 — スケジューリングコンポーネントはファクトリオペレーションコンポーネントが実行する活動に関する仕様を製造ジョブ、搬送ジョブおよびメンテナンスジョブの形で提供す

る。ファクトリオペレーションの仕様によってはスケジューリングコンポーネントの活動仕様プロパティを変える必要があるかもしれない。CIM フレームワークファクトリオペレーションコンポーネントの仕様が完成すればこの依存性は解決できる。

3.1.2 イベント通知申し込みに関する仕様 — スケジューリングコンポーネントは他のコンポーネントで変化が発生したことを意味する出来事イベント通知を受信することによって工場リソースおよび材料の現在状態を管理する。イベントはイベント通知の発行を担当しているコンポーネントで規定される。必須イベントフォーマット全部が発行コンポーネント仕様の一部として定義されるまでは、スケジューリングコンポーネントへのインプットは一般的な形でしか定義されない。イベント仕様が完全になれば、イベント通知申し込みが規定できる。

3.1.3 初期化 — スケジューリングコンポーネントは現在のところ、ディスパッチングおよびスケジューリングのスタートアップに関して工場条件の表現を初期化できるようなインタフェースを提供していない。初期化インタフェースは完全なスタンダード状態への昇格の前に追加されるか、あるいは範囲外とされるだろう。

## 4 参照スタンダード

### 4.1 SEMI スタンダード

SEMI E81 — Provisional Specification for CIM Framework Domain Architecture

SEMI E97 — Provisional Specification for CIM Framework Global Declarations and Abstract Interfaces

SEMI E102 — Provisional Specification for CIM Framework Material Transport and Storage Component

### 4.2 他の文書

UML Notation Guide, Version 1.1, document number ad/97-08-05, Object Management Group.<sup>1</sup>

ISO/IEC International Standard 14750 (also ITU-T Recommendation X.920): Information Technology – Open Distributed Processing – Interface Definition Language<sup>2</sup>

## 5 用語

### 5.1 定義

5.1.1 活動(*activity*) — 工場の製造オペレーションの一部として行われる作業。活動とはあらかじめ定義されたタイプ(例えば製造ジョブ、搬送ジョブあるいは PM ジョブ)のジョブ仕様で形式を規定されるか、あるいは、その後のジョブ仕様を完成するのに必要なリソースおよび材料の最低限のセットを特定して表わされる。活動とはディスパッチングあるいはスケジューリングの結果である。

5.1.2 ディスパッチング(*dispatching*) — 特定の工場リソースあるいは材料が関わる次の活動に関して決定を下すこと、あるいは次の活動のオプションを作成すること。ディスパッチの結果は工場の現在状態、活動のプライオリティおよび要求事項、および活動相互の関係をふまえて決定される。ディスパッチングはスケジュールのうち、すぐに適用できる部分しか返さない。

5.1.3 ファクトリプランニング(*factory planning*) — 長時間にわたる特定の製造設備でのロットスタートについて出される推奨案。ファクトリプランとはロットが製造プロセスを進むにつれて発生する工場状態および使用可能なキャパシティの変化を予測して決定される。この予測はロットスタートの最適な順番を決めて施設の生産目標を最もよく達成するために使用される。通常ファクトリプランニングは企業システムが行う仕事である。

5.1.4 スケジューリング(*scheduling*) — 工場リソースあるいは材料が関係する、時系列的に並べられた活動の予測を作成すること。スケジュールは工場の現在状態、活動のプライオリティおよび要求事項、活動相互の関係および工場レベルでの目標およびキャパシティに関する知識が基になっている。スケジューリングはディスパッチングより長い間隔で、将来発生すると予測される活動を扱う。

<sup>1</sup> UML Notation Guide v1.1 is available to the general public at <http://www.omg.org/cgi-bin/doclist.pl>, +1-508-820 4300, Object Management Group, Inc., Framingham Corporate Center, 492 Old Connecticut Path, Framingham, MA 01701.

<sup>2</sup> ISO Central Secretariat, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Genève 20, Switzerland

## 6 要求事項

6.1 スケジューリングコンポーネント — スケジューリングコンポーネントは **SchedulingManager** と呼ばれる単一のインタフェースにディスパッチングおよびスケジューリングの両方に関するオペレーションを提供する。

6.1.1 工場内のあらゆるリソースあるいは材料には次に行う活動が一つある。**SchedulingManager** インタフェースは下記のような質問の答となる活動を特定する：

- このマシンは次に何をするのか？
- このロットは次にどこへ移動するのか？
- このオペレータは次に何をするのか？

6.1.2 **SchedulingManager** インタフェースは工場内にあるリソースあるいは材料に関する将来の活動を時系列的に並べた予測も作成する。この予測は現在の工場状態からの予測を基にしており、実際の活動がディスパッチされて実行されるとアップデートされる場合がある。

6.1.3 スケジューリングコンポーネント情報モデルは図 2 に描かれている。

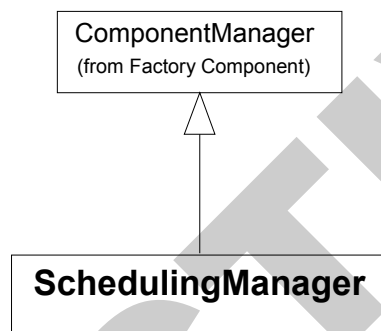


図 2  
ディスパッチングコンポーネント情報モデル

6.1.4 スケジューリングコンポーネントの宣言

/\* ActivityType 列挙式値は活動の種類および activitySpec での適切なプロパティを決める。\*/

```
enum ActivityType {
    ProductionActivity,
    TransportActivity,
    MaintenanceActivity,
    DoNothing };
```

/\* ActivityOption はディスパッチして実行するのにふさわしい活動を一つ表したものである。prioritySequenceNumber は ActivityOptions のリストから ActivityOption を一つ選ぶという作業がマニュアルプロセスに含まれている場合の ActivityOption のプライオリティの順番である。デッドラインとは活動の開始時間の制約を伝えるために使用されるタイムスタンプである。DoNothing 活動の中でそれを使ってディスパッチ要求のリトライのタイムアウトを規定することもできる。\*/

```
struct ActivityOption {
    ActivityType activityType;
    short prioritySequenceNumber;
    Global::TimeStamp deadline;
    AbstractIF::ResourceSequence resources;
    AbstractIF::MaterialGroupSequence materialGroups;
    DurablesManagement::DurableSequence durables;
    Global::Properties activitySpec;
}; // ActivityOption
```

/\* **ActivityForecast** は将来ディスパッチされて実行されるかもしれない単一の活動を表したものである。**ActivityForecast** には **ActivityOption** と同じ情報が含まれているが、開始時間と終了時間の予測が追加されている。**TimeSequenceNumber** は **projectedStart** および **projectedFinish** と矛盾しない時系列での活動の順番である。 \*/

```
struct ActivityForecast {  
    ActivityType activityType;  
    short timeSequenceNumber;  
    AbstractIF::ResourceSequence resources;  
    AbstractIF::MaterialGroupSequence materialGroups;  
    DurablesManagement::DurableSequence durables;  
    Global::TimeStamp projectedStart;  
    Global::TimeStamp projectedFinish;  
    Global::Properties activitySpec;  
}; // ActivityForecast
```

/\* **ActivityList** には **Resource**, **MaterialGroup** あるいは **Durable** に関してすぐに実行できる一つ以上の **ActivityOptions** が含まれている。**ActivityOption** が一つだけ記されているリストは **SchedulingComponent** からの決定を表す。一つ以上の **ActivityOption** が記されているリストは **SchedulingComponent** からの推奨リストで、決定を下すには外部からの何らかの作用が必要である。 \*/

```
typedef sequence <ActivityOption> ActivityList;
```

/\* **ForecastList** には **Resource** あるいは **MaterialGroup** に関して、実行のためのディスパッチがまだ行われていない **ActivityForecasts** が一つ以上含まれている。 \*/

```
typedef sequence <ActivityForecast> ForecastList;
```

6.1.5 *ActivitySpec* プロパティの使用法 — **ActivityOption** および **ActivityForecast** 中の **ActivitySpec** の部分は活動の仕様を特定のインプリメンテーションのために拡張できるようにするために提供される。こういった **ActivitySpec** 構造に含まれているプロパティの名前および値のタイプはスタンダードの一部ではない。

#### 6.1.6 *SchedulingManager* インタフェース

モジュール:                    **Scheduling**  
インタフェース:                **SchedulingManager**  
継承インタフェース:        **ComponentManager**

```
interface SchedulingManager : FactoryOperations::ComponentManager {
```

説明:                    **SchedulingManager** はスケジューリングコンポーネントの登録およびコントロールをサポートし、ディスパッチャおよびスケジューラのインタフェースへアクセスできるようにする具体的なインタフェースを提供する。

例外:

/\*この **SchedulingManager** が入手可能な工場データに含まれていない、リソースに関する活動を要求しようとした。  
\*/

```
exception ResourceNotFound {  
    AbstractIF::Resource requestedObject;;
```

/\*この **SchedulingManager** が入手可能な工場データに含まれていない、マテリアルグループに関する活動を要求しようとした。 \*/

```
exception MaterialGroupNotFound {  
    AbstractIF::MaterialGroup requestedObject;;
```

/\*この **SchedulingManager** が入手可能な工場データに含まれていない、耐久材に関する活動を要求しようとした。  
\*/

```
exception DurableNotFound {
    DurablesManagement::Durable requestedObject;;
}
```

公開イベント:           /\* ActivityListAvailable イベントは変更された新規の ActivityList が入手可能であることをイベント通知申込者に通知するためにスケジューリングコンポーネントが発行するものである。ActivityListAvailable イベントの発生はインプリメンテーション独自の構成での選択肢の一つとしてコントロールされる。\*/

#### ActivityListAvailable

/\* ForecastListAvailable イベントは新しい予測が入手可能であることをイベント通知申込者に通知するためにスケジューリングコンポーネントが発行するものである。ForecastList の作成は潜在的には、アップデートされた予測が入手できる場合にイベント通知が役に立つかもしれない計算集成的なオペレーションである。ForecastListAvailable イベントの発生はインプリメンテーション独自の構成での選択肢の一つとしてコントロールされる。\*/

#### ForecastListAvailable

提供サービス:

/\*このリソースに関する活動リストを返す。活動リストに含まれる既存の活動の数は最大限 listCount で要求された数である。“listCount” が空白の場合、活動リストには既存の活動がすべて含まれる。決定は、活動オプションが一つしか記されていない活動リストとして表わされる。このオペレーションで返された ActivityOptions の ActivityTypes は ProductionActivity, MaintenanceActivity あるいは DoNothing であろう。通常 Resources は(装置のように)動かせないものだが、Resources によっては TransportActivities の対象になるかもしれない。\*/

```
ActivityList whatNextForResourceByCount (
    in AbstractIF::Resource aResource)
    in short listCount)
    raises (Global::FrameworkErrorSignal,
           ResourceNotFound);
```

/\*このマテリアルグループに関する活動リストを返す。活動リストに含まれる既存の活動の数は最大限 listCount で要求された数である。“listCount” が空白の場合、活動リストには既存の活動がすべて含まれる。決定は、活動オプションが一つしか記されていない活動リストとして表わされる。このオペレーションで返された ActivityOptions の ActivityTypes は ProductionActivity, TransportActivity あるいは DoNothing であろう。\*/

```
ActivityList whatNextForMaterialGroupByCount (
    in AbstractIF::MaterialGroup aMaterialGroup,
    in short listCount)
    raises (Global::FrameworkErrorSignal,
           MaterialGroupNotFound);
```

/\*この耐久材に関する活動リストを返す。活動リストに含まれる既存の活動の数は最大限 listCount で要求された数である。“listCount” が空白の場合、活動リストには既存の活動がすべて含まれる。決定は、活動オプションが一つしか記されていない活動リストとして表わされる。このオペレーションで返された ActivityOptions の ActivityTypes は ProductionActivity, MaintenanceActivity, TransportActivity あるいは DoNothing であろう。\*/

```
ActivityList whatNextForDurableByCount (
    in DurablesManagement::Durable aDurable)
    in short listCount)
    raises (Global::FrameworkErrorSignal,
           DurableNotFound);
```

/\*このマテリアルグループに関する次の TransportActivity を含む活動リストを返す。決定は、活動オプションが一つしか記されていない活動リストとして表わされる。このオペレーションで返された ActivityOptions の ActivityTypes は TransportActivity あるいは DoNothing であろう。このオペレーションは材料を次の保管装置あるいは製造装置へ押しやる「プッシュ」モデルで運用している工場をサポートするために定義されている。\*/

```
ActivityList whereNextForMaterialGroup (in AbstractIF::MaterialGroup aMaterialGroup)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    MaterialGroupNotFound) ;
```

/\*この耐久材に関する次の TransportActivity を含む活動を返す。決定は、活動オプションが一つしか記されていない活動リストとして表わされる。このオペレーションで返された ActivityOptions の ActivityTypes は TransportActivity あるいは DoNothing であろう。このオペレーションは材料を次の保管装置あるいは製造装置へ押しやる「プッシュ」モデルで運用している工場をサポートするために定義されている。\*/

```
ActivityList whereNextForDurable (in DurablesManagement::Durable aDurable)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    DurableNotFound) ;
```

/\*このリソースに関する将来の活動を含む予測を返す。予測リストには lookAheadTime より前にスタートすると予測されるがまだスタートしていない活動がすべて含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForResourceByTime (
  in AbstractIF::Resource aResource,
  in Global::TimeStamp lookAheadTime)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    ResourceNotFound) ;
```

/\*このマテリアルグループに関する将来の活動を含む予測リストを返す。予測リストには lookAheadTime より前にスタートすると予測されるがまだスタートしていない活動がすべて含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForMaterialGroupByTime (
  in AbstractIF::MaterialGroup aMaterialGroup,
  in Global::TimeStamp lookAheadTime)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    MaterialGroupNotFound) ;
```

/\*この耐久材に関する将来の活動を含む予測リストを返す。予測リストには lookAheadTime より前にスタートすると予測されるがまだスタートしていない活動がすべて含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForDurableByTime (
  in DurablesManagement::Durable aDurable,
  in Global::TimeStamp lookAheadTime)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    DurableNotFound) ;
```

/\*このリソースに関する将来の活動を含む予測リストを返す。予測リストには lookAheadCount で要求された数の今後の活動が含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForResourceByCount (
  in AbstractIF::Resource aResource,
  in short lookAheadCount)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    ResourceNotFound) ;
```

/\*このマテリアルグループに関する将来の活動を含む予測リストを返す。予測リストには lookAheadCount で要求された数の今後の活動が含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForMaterialGroupByCount (
  in AbstractIF::MaterialGroup aMaterialGroup,
  in short lookAheadCount)
  raises (Global::FrameworkErrorSignal,
    MaterialGroupNotFound) ;
```

/\*この耐久材に関する将来の活動を含む予測リストを返す。予測リストには lookAheadCount で要求された数の今後の活動が含まれる。予測リストにはさまざまな活動タイプが一緒に入っているだろう。\*/

```
ForecastList forecastForDurableByCount (  
    in DurablesManagement::Durable aDurable,  
    in short lookAheadCount)  
    raises (Global::FrameworkErrorSignal,  
           DurableNotFound) ;
```

契約サービス: なし

動的モデル: ComponentManager から継承。

```
}; // SchedulingManager
```

INACTIVE

## 付属書 1

### スケジューリングコンポーネント IDL の完全なリスト

注：本付属書内資料は, SEMI E105 の公式な一部であり, 完全な投票手続きによって 2000 年 8 月 28 日に North American Regional Standards Committee によって承認された。

```
module CIMFW {  
    #include <Global.idl>  
    #include <AbstractIF.idl>  
    #include <FactoryOperations.idl>  
    #include <DurablesManagement.idl>  
    #ifndef _CIMFW_SCHEDULING_  
    #define _CIMFW_SCHEDULING_  
  
    module Scheduling {  
  
        enum ActivityType {  
            ProductionActivity,  
            TransportActivity,  
            MaintenanceActivity,  
            DoNothing };  
  
        struct ActivityOption {  
            ActivityType activityType;  
            short prioritySequenceNumber;  
            Global::TimeStamp deadline;  
            AbstractIF::ResourceSequence resources;  
            AbstractIF::MaterialGroupSequence materialGroups;  
            DurablesManagement::DurableSequence durables;  
            Global::Properties activitySpec;  
        }; // ActivityOption  
  
        struct ActivityForecast {  
            ActivityType activityType;  
            short timeSequenceNumber;  
            AbstractIF::ResourceSequence resources;  
            AbstractIF::MaterialGroupSequence materialGroups;  
            DurablesManagement::DurableSequence durables;  
            Global::TimeStamp projectedStart;  
            Global::TimeStamp projectedFinish;  
            Global::Properties activitySpec;  
        }; // ActivityForecast  
  
        typedef sequence <ActivityOption> ActivityList;  
  
        typedef sequence <ActivityForecast> ForecastList;  
  
        interface SchedulingManager : FactoryOperations::ComponentManager {  
  
            exception ResourceNotFound {  
                AbstractIF::Resource requestedObject;;  
            }  
  
            exception MaterialGroupNotFound {  
                AbstractIF::MaterialGroup requestedObject;;  
            }  
  
            exception DurableNotFound {  
                DurablesManagement::Durable requestedObject;;  
            }  
        }  
    }  
}
```