

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。

【日本語版の利用者へ】

この文書は SEMATECH – SEMI/SEMATECH 技術者トレーニング協議会により開発され、その後 TPIC へ移管された「能力ベースの装置トレーニング (PBET: Performance Based Equipment Training)」をベースに開発されました。内容の大部分は用語の定義およびその議論の紹介に費やされており、そのため、PBET 導入検討において役立つと共に、装置トレーニング計画についての英文資料を作成する際の用語集として利用可能である。

SEMI E150-1107

装置トレーニングのベストプラクティスに関するガイド

本スタンダードは、global Metrics Committee で技術的に承認されている。現版は 2007 年 9 月 5 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2007 年 10 月に www.semi.org で、そして 2007 年 11 月に CD-ROM で入手可能となる。

注意: 「注」の表題のついた段落および「関連情報」の表題のついた章は、本文書の公式な一部ではなく、またその内容の変更や書き換えを意図したものではない。

1 目的

1.1 このスタンダードの目的は、能力ベースの装置トレーニング方法を開発し、提供する際に役立つ推奨事項について記述することである。能力ベースの装置トレーニング (PBET: Performance Based Equipment Training) とは、半導体製造装置関わる従業員が装置の据え付け、使用、メンテナンス、および修理を正しく実行できるようにする教育訓練である。PBET は装置の信頼性、有用性、整備性 (RAM: Reliability, Availability, Maintainability) についての目標を達成を支援し、生産性向上、コストを削減に役立つ。

2 範囲

2.1 このスタンダードは、装置トレーニング方法を開発する必要のある会社に適用される。

2.2 このスタンダードは、オペレータ、メンテナンス技術者およびエンジニア、サービス要員、ならびにアプリケーション/プロセス技術者およびエンジニアなど、装置を取り扱うすべての社員のトレーニングに適用される。

2.3 このスタンダードは、能力ベースの装置トレーニング方法の開発および実施に関するガイドラインを提供するとともに、このトレーニング方法の特徴について記述する

注意: 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 このスタンダードは、装置トレーニングに関連するあらゆる側面を取り扱うことを意図したものではなく、トレーニングが確実に能力ベースのものになるようにするための方法を取り扱うものである。

3.2 このスタンダードは PBET プロセスおよび特徴の概要であり、手引きに過ぎない。実際に PBET を実施するには、このスタンダードの記載内容に加えて人材開発についてのさまざまな能力が必要となる。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E10 — Specification for Definition and Measurement of Equipment Reliability, Availability, and Maintainability (RAM)

SEMI E149 — Guide for Equipment Supplier-Provided Documentation for the Acquisition and Use of Manufacturing Equipment

SEMI S19 — Safety Guidelines for Training of Semiconductor Manufacturing Equipment Installation, Maintenance and Service Personnel

4.2 SEMATECH/TECHNICIAN PERFORMANCE IMPROVEMENT COUNCIL (TPIC)¹

95102995A-TRG — Performance-Based Equipment Training (PBET) Participant Guide

TPIC Instructor-Led Technician Training Guidelines 2003

注 1: SEMATECH は、SEMATECH – SEMI/SEMATECH 技術者トレーニング協議会の支援を 2003 年に中止した。技術者トレーニングに関連する活動を継続するために、2004 年に TPIC が独立した組織として結成された。SEMATECH は、本文書の所有権を TPIC に移転し、SEMATECH の Web サイトから削除した。

注意: 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 *ILT (Instructor Led Training)* — 教官主導型トレーニング

5.1.2 *PBET (Performance-Based Equipment Training)* — 能力ベースの装置トレーニング

5.1.3 *RAM (Reliability, Availability, and Measurability)* — 信頼性、有用性、整備性

5.1.4 *TPIC (Technician Performance Improvement Council)* — 技能能力向上委員会

5.2 定義

5.2.1 *分析ステップ (Analyze step)* — 能力向上プロセスの第 2 ステップ。このステップで使用可能な手順はいくつかあるが、PBET に必須であると考えられるものを以下に示す。業務分析、(事業) 目標分析、作業分析、目標実行者 (対象者) 分析、能力到達目標の記述、および学習階層の作成。

5.2.1.1 *議論* — 能力向上プロセスのステップ 1 と 2 を合わせて「分析」という 1 つのステップにする人もいる。「能力向上プロセス」参照。「フロントエンド分析」という表現は、能力向上プロセスのステップ 1 および 2 を「設計」および「開発」の前に実行しなければならないという考え方を強調したものである。

5.2.2 *有用性 (availability)* — 装置が必要に応じて所期の機能を実行できる状態にある確率。[SEMI E10]

5.2.3 *事業目標分析 (business goal analysis)* — 能力向上プロセスの分析ステップで使用する手順であり、(a) 可能であれば、あいまいな言葉で表現された事業目標から、実行すべき 1 つ以上の新しい作業またはステップを明らかにする、および/または (b) 既存の能力到達目標の条件および基準を変更して、事業目標の重要なコンポーネントを取り入れる (該当する場合) 手順。

5.2.4 *能力 (competence)* — 職務の達成実績と職務能力基準とを比較して求められる職務遂行能力の度合い。定性的な指標をさすことが多い。

5.2.4.1 *議論* — 能力とは、実行者がある作業を「正しく」、すなわち、本来しなければならないやり方で実行し、基準の要求どおりに完了したことを指す。能力到達目標に速度要件がない場合に「能力到達目標を達成する」のは、能力と同じである。「達成した」ことを「熟達である」という意味にとる人もいる。熟達であるとは、作業をうまく、迅速かつほぼ無意識的に実行できることを指すので、熟達には必然的に速度という要素が含まれる。熟達の域に達するには、能力を身につけた後も作業を継続的および/または頻繁に実践することが必要である。

5.2.5 *(目標達成の) 条件 (conditions of an objective)* — (a) 実行者が作業を実行する場所、および (b) 作業を実行するために実行者が使用してもよい (使用するために「与えられている」) もの。条件に含まれる (または除外される) ものとして、装置、装置の読み取り値および表示装置、文書、工具、交換部品、レシピ、作業補助機材、防護服などがある。

¹ Technician Performance Improvement Council (TPIC), 2200 Panther Trail, #216, Austin, TX 78704, USA. Telephone: 512.632.2361; <http://www.tpic.org>

5.2.6 (レッスンの)内容(*content (of a lesson)*) – 作業を正常に実践するために実行者が知らなければならない、または理解しなければならないこと。レッスンのこの部分は、理論、情報、データ、説明、概念、または背景と呼ばれることが多い。

5.2.6.1 議論 – 作業手順(すなわち、ある特定の作業をどのように実行するかについての1つ1つの作業順番)は、レッスン内容の例ではない。手順は知らなければならないことではなく、行うものである。ただし、多くの作業、特に作業手順よりプロセスが中心の作業では、特定の内容を学ぶことがうまく実行するための前提条件である。

5.2.7 授業方法(授業システム)(*delivery methods (delivery system)*) – レッソンの一部を学習者に移転して提示するための方法。

5.2.7.1 議論 – 一般に、授業システムには標準方式と代替方式という2種類がある。「標準」方式は教官主導型トレーニング(ILT)であり、トレーナが立会い、実際の機械(装置)を用いて実演、実習、およびテストを行う。「代替」方式は、それ以外のあらゆる方式である。同一のレッスンまたはコースでこれら2種類の方式を使用するのは、混合学習と呼ばれる。代替方式としてeラーニング、遠隔教育があり、さらに、教官がその場にいない場合に使用するプログラムされた小冊子、教材用カード、印刷された課題などの材料がある。仮想教室は、教官がその場にいないため、代替方式である。

5.2.8 実演(*demonstration*) – どのレッスンにも必須の部分で、レッスンの目標を達成するために必要な作業を学習者が見学すること。モデリングとも呼ばれる。

5.2.8.1 議論 – 教官が実演を行うのが一般的であるが、ビデオ実演など多くの代替方式がある。実演には、(1)作業とまったく同じ(たとえば、エレベータの高さを調整する)、または(2)多数のサンプル作業の中から1つ(たとえば、開いたインターロックを見つける)のいずれかのステップを見せて説明することが含まれる。

5.2.9 設計ステップ(*Design step*) – 能力向上プロセスにおける、トレーニング計画立案の第3ステップ。このステップでは、「分析」ステップで得られた個々の能力到達目標に対する訓練計画を作成することに重点を置く。

5.2.9.1 議論 – どのレッスン計画にも、導入、作業の実演、各学習者が指摘を受けながら作業を実践する機会、能力定試験などの共通要素がある。レッスン「内容」を含む計画もあるが、すべてがそうではない。「内容」参照。各レッスンの計画にあたっては、それぞれのレッスンの要素を学ぶのに適した授業方式を選択する。「授業方式」参照。

5.2.10 開発ステップ(*Develop step*) – 能力向上プロセスにおける、トレーニング計画立案の第4ステップ。このステップは、「設計」ステップでリストアップし、記述したすべての教育補助機材、実践補助機材、試験材料、および提供システム用材料を作成することに重点を置く。

5.2.11 遠隔教育(*distance learning*) – (a) 通信文書、オーディオテープ、ビデオテープ、CD-ROMなどの物理的に郵送可能なもの、または(b) 仮想教室、オーディオ会議、テレビ会議、双方向テレビ、FAXなどのオンライン学習などの授業方式によって遠隔地に提供されるトレーニングコースの望ましい形態。遠隔トレーニングには、通常の教室を使用したトレーニングも含まれる。遠隔教育の定義は広く、eラーニングを含む。

5.2.12 埋め込みソリューション(*embedded solution*) – 能力向上計画(関与)の1種。装置と一体化した作業補助機材(たとえば、ラベル、人間工学的設計、色分け、ボカよけ、エキスパートシステム、オンラインヘルプシステム)。

5.2.13 入門レッスン(*entry lesson*) – コースの最初のレッスン。入門レッスンは一般に学習階層の一番下に示され、作業として提示される。

5.2.14 eラーニング(電子学習)(*e-learning (electronic learning)*) – 授業方式の1つ。Webベースでの学習、コンピュータベースでの学習、仮想教室、デジタルコラボレーションなど、一連の幅広いアプリケーションおよびプロセスを網羅する。これには、インターネット、イントラネット/エクストラネット(LAN/WAN)、CD-ROMなどを介した授業方式が含まれる。定義を拡大して、オーディオテープ、ビデオテープ、衛星放送、双方向テレビなどを含めようとする人もいる。

5.2.15 装置(equipment) — 動作や作業(たとえば、処理、移送、保存)を行うのに必要なハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせ。すべての直接的な補助サポート装置や周辺装置(たとえば、真空ポンプ、熱交換器、排出物/排気処理装置)を含む。[SEMI E149]

5.2.16 装置文書(equipment documentation) — 装置に関わる作業(たとえば、据え付け、操作、予防保守、是正保守、適用)を行うユーザを支援することを意図した、いろいろな形式(たとえば、テキスト、ビデオ、オーディオ)または媒体(たとえば、電子媒体、紙)に記録された情報。

5.2.17 評価ステップ(Evaluate step) — 能力向上プロセスにおける、トレーニング計画立案の第7ステップ。このステップでは、以下の評価基準例のうち2つ以上を調べて、トレーニングが機能しているかどうかを判断する。(1) 聴講生の反応/意見、(2) 対象グループのメンバーを有能であるとして「承認」できる比率、(3) トレーニングの数カ月後に、聴講生およびその上司がトレーニングに対して示す反応、(4) トレーニングの数カ月後に、対象グループのメンバーが期待どおりに業務を遂行する比率、(5) トレーニングの結果、業務にもたらされた測定可能な利点。

5.2.18 (教育訓練中の)フィードバック(feedback (during practice)) — 教育訓練中および訓練後に学習者に提供される情報で、正しく行ったことを評価する(肯定的な)情報のほか、やり方を変える必要のあることを教える是正勧告がある。フィードバックは、教官から口頭で与えられるか、その他の手段で与えられるかにかかわらず、学習者に作業に関する能力と自信を持たせるために不可欠である。

5.2.19 柔軟性のあるスケジューリング(flexible scheduling) — 教育訓練中にマシンを使用する人数を最小限に抑えるために、教官主導型トレーニングの1日のスケジュールを調整すること(たとえば、クラスの半数を午前8時、残りを正午に開始して、昼食はクラスの半数が午前11時から正午まで、残りは正午から午後1時までとする)。

5.2.20 熟達(fluency) — 実行者が定められた作業目標を迅速かつ無意識的に達成できるか否かで判定される作業能力。自動能とも呼ばれる。

5.2.20.1 議論 — このレベルの能力が必要であれば、能力開発目標に盛り込むべきである。これは教育訓練および能力判定試験の内容と期間に影響を与える。

5.2.21 目標(goal) — 測定可能な項目では記述されない、意図した成果。

5.2.22 目標分析(goal analysis) — 「事業目標分析」参照。

5.2.23 明確化ステップ(Identify step) — 能力向上プロセスの第1ステップ。このステップでは、手順に従って以下の4つを明確にする。(1) 必要な能力、(2) 必要な能力を発揮するの上での阻害要因、(3) 所期の能力を身につけるための、最もコスト効率の良い能力向上計画(関与)、および(4) 関係者が能力向上計画の有効性を判断するための評価基準。

5.2.23.1 議論 — トレーニングは、最も費用のかかる関与の1つであり、このステップはトレーニングを能力向上策として計画すべきかどうかを判断するステップである。「能力能力計画」参照。最初の2つの「明確化」手順は原因分析、根本原因分析、またはギャップ分析と呼ばれることもある。「明確化」ステップ全体の別名は能力分析である。能力向上プロセスのステップ1とステップ2を合わせて、「分析」という1つのステップにしようとする人もいる。「能力向上プロセス」参照。

5.2.24 実施ステップ(Implement step) — 能力向上プロセスにおける、トレーニング計画立案の第6ステップ。これは、トレーニングを実施するスタッフを支援するのに必要なあらゆる処置を行うステップであり、トレーニングを(a) 効果的かつ(b) 標準化して提供するためのものである。「効果的」に提供するには、教育スタッフが適切な技能(たとえば、プレゼンテーション技能、グループをまとめる技能、生徒に問いかける技能、フィードバック技能、PBETクラス管理技能)を備えていることが必要である。「標準化」して提供するには、教育スタッフにレッスンごとのガイダンスを書面で与える必要がある。

5.2.24.1 議論 — 標準化のための書面資料は「設計」ステップで作成しておいてもよい。なぜなら、うまくできたレッスンの詳細計画は、教官の講義メモとして役立つからである。聴講生用のマニュアルと教官用の補助資料を同時に(すなわち、「開発」ステップで)作成するのが便利であることに気付く人もいる。また、この「実施」ステップの中で資料を作成し、それらが使えることを確認(すなわち、試行して改訂)してから、教官用ガイド、または教官および/または世話役用の代替補助資料を作成する人もいる。このようなバリエーションは、いずれも能力向上プロセスとして解釈される。

5.2.25 **教育補助機材 (instructional aid)** — トレーニングには必要であるが、実際の作業上では必要としないもの(たとえば、ホワイトボード、トラブルシューティング用の障害サンプル、実演ビデオ、スライド)。トレーニング補助機材とも呼ばれる。

5.2.25.1 **議論** — トレーニング中および作業上で参照する必要があるものは、作業補助機材と呼ばれる。

5.2.26 **教官または世話役 (instructor or facilitator)** — 適切な専門技術と雇用者により認定された経験を有し、コースのモジュールまたはモジュールの集合を提供したり、提供を促し、タイムリーな方法で聴講生の質問に対処できる能力を有する個人。[SEMI S19]「トレーナ」も参照。

5.2.27 **教官用ガイド (Instructor Guide)** — 教官に提供する 1 回のレッスンまたは一連のレッスンを行う方法について書かれた情報。右側の全ページには聴講生用マニュアルと同じ内容に注釈が付けられ、左側のページには詳細な講義ノート、聴講生への質問、およびクラス活動への指示が載った本は、公式の教官用ガイドの 1 例である。

5.2.28 **教官主導型トレーニング (instructor led training (ILT))** — 教官と聴講生が同席して(同じ場所でなくてもよい)、情報を提示したり学習活動を指示したりするトレーニング方法(たとえば、座学、討論グループ、教官が装置を使用する実演、実習中に行われる教官からのフィードバック、仮想教室)。

5.2.29 **職務 (job)** — あるプロセスのサポートを受けながら、個人が実行する一群の作業。通常、職務(または職務実行者)は特定の機能で識別される(たとえば、装置オペレータ、プロセスエンジニア)。

5.2.30 **作業補助機材 (job aid)** — 能力発揮のための手段(関与)の一種。作業者が業務で使用するもので、情報を提供し、作業をより簡単に、またはより正確に実行できるようにする。作業補助機材またはガイドとも呼ばれる。

5.2.30.1 **議論** — 作業補助機材には、フローチャート、ブロック図、手順、図表、それらを載せていることが多いマニュアルなどの参照資料がある。ラベルやオンライン診断など、内蔵型の作業補助機材もある。説明を要しない、独立して実行されるソリューションである作業補助機材がある一方、トレーニングに取り入れる(たとえば、講義でブロック図を説明したり、実践中にフローチャートを参照用に使用したりする)ことによって恩恵を受けられる作業補助機材もある。

5.2.31 **作業分析 (job analysis)** — 能力向上プロセスの分析ステップで使用する手順で、有能な現役の作業者が行う作業を明らかにする。

5.2.32 **学習階層 (learning hierarchy)** — 2 つ以上の作業を実行する際の関係を示し、これらの作業を学習する上での望ましい順序を示す図。「目標:到達目標」参照。

5.2.32.1 **議論** — 図中の各作業は 1 つの職務および 1 つのレッスンを表す。一般に、入門レベルのレッスンは図の下の方に表示され、そのコースの残りの部分に対する基礎となっていることを表す。また、学習階層図ではその学習順序の中で利用可能なオプションが明確になるように一つの図の中に示されている。

5.2.33 **レッスン (lesson)** — 計画された一連の学習活動で、修了すると学習者は能力到達目標に定められた 1 つの作業を実行できるようになる。モジュールとも呼ばれる。

5.2.33.1 **議論** — 一般に、これらの活動には以下のものが含まれる。(1) 学習者を学ぶべきことに集中させるためのレッスン導入部、(2) 関連する内容(もしあれば)、(3) 作業の実演、(4) フィードバックを受けながら作業を実習する機会、(5) 能力判定試験。PBETでは、目標を達成するまで、学習者に実習および/または試験を繰り返す機会が与えられることを想定している。

5.2.34 **レベル (level)** (作業レベル、技能レベルなどで使用される) — 一連の作業をカテゴリーにグループ分けした呼び方で、(1) 装置オペレータ、メンテナンス技術者、フィールドサービスエンジニアなどの職務要件と同等、または (2) 入門技能レベルからオペレータレベル、予防保全レベル、是正保守レベルなどに向上したレベルを表す。

5.2.34.1 **議論** — 作業の種類を 1, 2, 3 などの規定レベルに分類する独自の基準を持つ企業もある。

5.2.35 **整備性 (maintainability)** — 装置が、所期の機能を指定された時間の間実行できる状態に保持できるかまたはその状態に回復できるかについての確率。[SEMI E10]