

SEMI S17-0319

SAFETY GUIDELINE FOR UNMANNED TRANSPORT VEHICLE (UTV) SYSTEM

無人搬送台車 (UTV) システムの安全ガイドライン

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

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。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本安全ガイドラインは、the Environmental Health & Safety Global Technical Committee. で技術的に承認されている。現版は 2018 年 10 月 19 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2019 年 3 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2001 年 7 月発行。前版は 2013 年 1 月発行。

目次

1 目的	2
2 範囲	2
3 制限	2
4 参照スタンダードおよび文書	2
5 用語	3
6 一般規定	6
7 マニュアル	6
8 建屋とのインタフェース	6
9 人間工学および人的要因	6
10 地震対策	6
11 UTV システム危険領域における傷害防止設計	8
12 衝突対策	8
13 緊急操作	9
14 手動操作	11
15 メンテナンスおよびサービス	12
16 半導体または FPD 製造装置の自動搬送機とのインタフェース	12
17 UTV が把持する荷の保護	13
18 危険の表示	13
19 危険材料	14
20 関連文書	14
付属書 1	16
関連情報 1	19

1 目的

1.1 本安全ガイドラインは、無人搬送台車（UTV）システムに関する安全への配慮事項をまとめたものである。UTV システムは、半導体またはフラットパネルディスプレイ（FPD）の工場または研究所で材料の移動を自動化するために使用される。UTV システムには、床上走行台車（FTV：floor traveling vehicle）システムと空間走行台車（OTV：overhead traveling vehicle）システムの両方が含まれる。

2 範囲

2.1 本安全ガイドラインは半導体または FPD 製造で使用する UTV および UTV システムに適用される。

2.2 本安全ガイドラインは床上走行と空間走行の両方の UTV および UTV システムを取り扱う。FTV システムには、自動誘導搬送台車（AGV: automated guided vehicle）システムと軌道誘導搬送台車（RGV: rail guided vehicle）システムが含まれる。OTV システムには、空間搬送シャトル（OHS: overhead shuttle）システムや、ホイスト式空間搬送台車（OHT: overhead hoist transport）システムが含まれる。

2.3 本文書への適合評価は、UTV および UTV システムすべてを対象とすべきであり、これにはレール、制御盤、電源盤、メンテナンス/サービス作業スペースから OHT や OHS を移動するリフター等の他に、UTV の運転、メンテナンスあるいはサービスに必要なあらゆる装置が含まれる。

注 1: この前の改訂版 SEMI S17 の 2.4 で示された項目リストは本文最初の目次内に再配置された。

注意： このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の使用者は、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項を決定し、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 本安全ガイドラインは、主に地上を走行するリニアモータで駆動される OHS および OHS システムといた、（直接または誘導の）動力を搭載しない UTV および UTV システムには、限定した適用しかされない場合がある。このような UTV や UTV システムを評価する際には、その適用性の判断はセクションごとに行うべきである。

3.2 本安全ガイドラインは、半導体製造装置（SME）やフラットパネルディスプレイ製造システム（FPDMS）の一部として組み込まれた、資材輸送、搬送機構、または自動材料搬送システム（AMHS）は取り扱わない。この種の機構や AMHS は、製造装置または製造システムの一部として SEMI S2 または SEMI S26 により評価すべきである。

3.3 手押し搬送台車（PGV: person guided vehicle）は UTV ではないので、本安全ガイドラインでは取り扱わない。

3.4 本安全ガイドラインは、国際、国家、あるいは地域の基準、規制、法律に取って代わることはない。これらにより、設置の安全性を評価するための別の要求が課される場合がある。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E15.1 — Specification for 300 mm Tool Load Port

SEMI E23 — Specification for Cassette Transfer Parallel I/O Interface

SEMI E84 — Specification for Enhanced Carrier Handoff Parallel I/O Interface

SEMI S1 — Safety Guideline for Equipment Safety Labels

SEMI S2 — Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S8 — Safety Guideline for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S10 — Safety Guideline for Risk Assessment and Risk Evaluation Process

SEMI S13 — Environmental, Health and Safety Guideline for Documents Provided to the Equipment User for Use with Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S22 — Safety Guideline for the Electrical Design of Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S26 — Environmental, Health, and Safety Guideline for FPD Manufacturing System

4.2 ANSI スタンダード¹

ANSI/ISA SP84.01 — Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industry

ANSI/RIA/ISO 10218-1 — Robots for Industrial Environment – Safety Requirements Part 1 – Robot

ANSI/RIA R15.06 — Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

4.3 IEC スタンダード²

IEC 60204-1 — Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 1: General Requirements

IEC 61310-1 — Indication, Marking and Actuation – Part 1: Requirements for Visual, Auditory and Tactile Signals

IEC 61508 series — Functional Safety of Electrical/Electronics/Programmable Electronic Safety-Related Systems

4.4 ISO スタンダード³

ISO 10218-1 — Robots for Industrial Environments – Safety Requirements – Part 1: Robot

ISO 13857 — Safety of Machinery – Safety Distances to Prevent Hazard Zones Being Reached by Upper and Lower Limbs

ISO 13849-1 — Safety of Machinery – Safety-related Parts of Control Systems – Part 1: General Principles for Design

ISO 14119 — Safety of Machinery – Interlocking Devices Associated with Guards – Principles for Design and Selection

ISO 14120 — Safety of Machinery – Guards – General Requirements for the Design and Construction of Fixed and Movable Guards

4.5 その他の文書

FEMA 450 — NEHRP Recommended Provisions and Commentary for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, 2003 edition⁴

FEMA 451 — NEHRP Recommended Provisions: Design Examples⁴

注意： 別途指示のない場合、引用された全ての文書は最新版を指す。

5 用語

5.1 略語と頭辞語

5.1.1 AGV (*automated guided vehicle*) — 自動誘導搬送台車

5.1.2 AMHS (*automated material handling system*) — 自動材料搬送システム

5.1.3 EMO (*emergency off*) — 緊急遮断

5.1.4 E-Stop (*emergency stop*) — E ストップ

¹ American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036, USA; Telephone: +1.212.642.4980, Fax: +1.212.302.1286, <http://www.ansi.org>

² International Electrotechnical Commission, 3 rue de Varembe, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: +41.22.919.02.11, Fax: +41.22.919.03.00, <http://www.iec.ch>

³ International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1, ch. de la Voie-Creuse, CP 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: +41.22.749.01.11, Fax: +41.22.733.34.30, <http://www.iso.org>

⁴ Federal Emergency Management Agency, 8231 Stayton Drive, Jessup, Maryland, 20794-2012, USA. Telephone: +1.800.480.2520; Fax: +1.301.362.5335; <http://www.fema.gov>

- 5.1.5 FPD (flat panel display) — フラットパネルディスプレイ
- 5.1.6 FECS (fail-to-safe equipment control system) — フェールセーフ装置制御システム
- 5.1.7 FPDME (FPD manufacturing equipment) — FPD 製造装置
- 5.1.8 FPDMS (FPD manufacturing system) — FPD 製造システム
- 5.1.9 FTV (floor traveling vehicle) — 床上走行台車
- 5.1.10 HEI (hazardous energy isolation) — 危険エネルギーの切離し
- 5.1.11 OHB (overhead buffer) — 空間バッファ
- 5.1.12 OHS (overhead shuttle) — 空間搬送シャトル
- 5.1.13 OHT (overhead hoist transport) — ホイスト式空間搬送台車
- 5.1.14 OTV (overhead traveling vehicle) — 空間走行台車
- 5.1.15 PGV (person guided vehicle) — 手押し搬送台車
- 5.1.16 RGV (rail guided vehicle) — 軌道誘導搬送台車
- 5.1.17 SME (semiconductor manufacturing equipment) — 半導体製造装置
- 5.1.18 UTV (unmanned transport vehicle) — 無人搬送台車

5.2 定義

- 5.2.1 自動運転 (automated operation) — 完全に事前プログラムされたコンピュータ制御下でのシステム運転。
- 5.2.2 自動誘導搬送台車 (automated guided vehicle (AGV)) — レール以外のものによって案内され、床の上を走行する台車。
- 5.2.3 自動材料搬送システム (automated material handling system (AMHS)) — 人の手を借りることなく、ロボットや搬送車、コンベアを介して、荷を自動的に搬送するシステム。
- 5.2.4 緊急遮断 (emergency off (EMO)) — EMO アクチュエータ（ボタンなど）が作動したときに、要員や設備に対して新たな危険源を発生することなく UTV システムを安全なシャットダウン状態に移行させる機能。
- 5.2.5 E ストップ (emergency-stop (E-stop)) — E ストップのアクチュエータ（ボタンなど）が作動したときに、要員や設備に対して新たな危険源を発生することなく、UTV のすべての可動部分または UTV システムにおいて E ストップアクチュエータが設けられている部分を安全な停止状態に移行させる機能。
- 5.2.6 フェールセーフ装置制御システム (fail-to-safe equipment control system (FECS)) — 制御回路から成る安全関連のプログラマブル・システムであって、ISO 13849-1 や IEC 61508, ANSI SP84 など広く認められているスタンダードに従って安全機能を実現するために設計および実装されるもの。そのようなシステム[例：安全 PLC（プログラマブルロジックコントローラ）、安全関連 I/O（入出力）モジュール]は内外の故障に対して診断を実行し、検出された故障に対してある所定の手順で応答して、装置を安全な状態に移行させる。[SEMI S2]
- 5.2.7 耐欠陥性 (fault-tolerant) — 合理的に予測可能な単一箇所の故障が、安全でない状態とならないよう設計されていること。[SEMI S2]
- 5.2.8 床上走行台車 (floor traveling vehicle (FTV)) — AGV または RGV。
- 5.2.9 FPD 製造システム (FPD manufacturing system (FPDMS)) — FPD 製品を製造、組立、またはテストするシステム。FPDMS は、基板（例えば、ガラス基板やレチクル）を処理する装置、その構成部品、サポート・周辺装置（例えば、化学コントローラ、化学物質供給システム、真空ポンプ）、AMHS が統合され

ることによって構成される。(FPDMSを構成する)各装置やAMHSは、FPDMSのサブシステムである。また、FPDMSには、前述のシステムに特有のアイテム(例えば、建物、配管、ダクト工事、廃液/排気処理システム、バルブマニホールド、フィルタ、ヒーター)も含まれるが、それらが設備の一部であり、複数のFPDMSに使用されている場合は、FPDMSには含まれないこともある。[SEMI S26]

5.2.10 ガード(*guard*) — 防護のために設計される物理的障壁。

5.2.11 ハザードゾーン(*hazard zone*) — UTV動作領域において、要員に傷害事故を引き起こすリスクのある空間。

5.2.12 ホイスト(*hoist*) — OHTに装着したアセンブリで、荷の移載を行う。

5.2.13 リフティングデバイス(*lifting device*) — メンテナンスまたはサービスの作業中にUTVを上げ下げするために提供される機械的または電気機械的構造物。

5.2.14 荷(*load*) — UTVシステムが搬送する対象。荷には、キャリア(カセット、ボックス、ポッド等)や、その内容物が含まれる。

5.2.15 移載動作(*loading/unloading operation*) — 荷を、UTVシステムから、またはUTVシステムへ移動するために必要な動作。この動作には、UTVシステムとSME、あるいはUTVシステムとFPDME(プロセス装置やストッカ等)の間で荷を移動するための、揚重動作や、手動またはロボットによる操作が含まれる。

5.2.16 手動操作(*manual operation*) — 自動運転以外のあらゆる操作。

5.2.17 製造装置(*manufacturing equipment*) — 半導体またはFPD製品の製造、測定、組立、および試験に用いられる機械、関連電気機器、設備、プロセスモジュール、またはデバイス。ただし、製品(例えば基板や半導体)やUTVシステムは含まない。

5.2.18 空間バッファ(*overhead buffer (OHB)*) — 上部から垂下するOTVと同じかそれより低い高さでFOUPを一時的に保管するための吊り棚。

5.2.19 ホイスト式空間搬送台車(*overhead hoist transport (OHT)*) — 空間をレールに沿って走行する台車であって、ホイストを備えるもの。

5.2.20 空間シャトル(*overhead shuttle (OHS)*) — 空間をレールに沿って走行する台車であって、ホイストを備えないもの。

5.2.21 空間走行台車(*overhead traveling vehicle (OTV)*) — OHSまたはOHT。すなわち、頭上を移動する車両。ホイストを備えていても、備えていなくてもよい。

5.2.22 軌道誘導搬送台車(*rail guided vehicle (RGV)*) — 床面のレールによって案内される上を走行する台車。

5.2.23 ステーション(*station*) — UTVが移載動作のために停止するようプログラムされた目的地点(制御ポイント(*control point*))とも呼ばれる)。

5.2.24 走行(*travel*) — UTVがひとつのステーションから別のステーションまで、軌道またはプログラムされた経路をたどる自動化された運行。走行に移載動作は含まれない。

5.2.25 無人搬送台車(*unmanned transport vehicle (UTV)*) — 半導体またはFPD工場内での生産材料の搬送を自動化するために使用される台車。UTVには、FTVとOTVの2種類がある。

5.2.26 ユーザ(*user*) — 半導体またはFPDの製造に使用する目的でUTVシステムを入手する当事者。

5.2.27 UTVシステム(*UTV system*) — UTVのほか、UTVの駆動と制御を行う装置および備品(コントローラ、誘導レール、ガードなど)から成る。

6 一般規定

6.1 本安全ガイドラインは、UTV システムの設計、製造、評価に特有の最低限の安全配慮事項を提供している。

注 2: 本ガイドラインで網羅していない設計、製造、評価に関する安全配慮事項については、他の SEMI 安全ガイドラインを参照することが推奨される。

6.2 UTV システムサプライヤは、リスクを受け入れ可能なレベルまで低減させるべきである。

6.2.1 危険源を同定し評価するためにリスクアセスメントを行うべきである。そして、リスクを低減させるために適切な保護方策が適用されるべきである。リスクアセスメントは設計段階の初期に始められ、設計が進むにつれて更新されるべきである。

注 3: 保護方策については、SEMI S2 の「安全に対する考え方」のセクションを参照すること。

注 4: リスクアセスメントについては、SEMI S10 を参照すること。

6.3 評価—UTV と UTV システムの SEMI S17 への適合は、本安全ガイドラインの § 7 から § 19 の基準に従って技術的評価をすべきである。

7 マニュアル

7.1 UTV システムサプライヤは、UTV および UTV システムの本来意図された使用に基づくマニュアルをユーザへ提供すべきである。マニュアルには、UTV および UTV システムの範囲と通常使用に関しての内容を記述し、それらの操作、メンテナンス、サービスを安全に行うための情報を提供すべきである。

7.2 マニュアルは SEMI S13 に適合すべきである。

8 建屋とのインタフェース

8.1 建築構造への UTV システムインタフェース — UTV システムが建築構造（例えば、ドア、エレベータ、防火壁）とのインタフェースを要求されるとき、UTV サプライヤは、インタフェースに関する仕様を文書でユーザへ提出すべきである。

8.2 FTV 動作領域は、避難経路とオーバーラップすべきではない。

9 人間工学および人的要因

9.1 一般事項 — 人間工学および人的要因の設計原理を UTV システムの開発に取り入れ、人間工学および人的要因に関連した危険源を除去あるいは低減すべきである。

9.2 適合についての規定 — UTV システムは SEMI S8 に示されたガイドラインにより評価されるべきである。サプライヤ人間工学成功基準（SESC, SEMI S8 を参照）、またはそれに相当するものを使用して評価結果を文書化すべきである。

10 地震対策

注 5: 地震活動の影響を受けやすい地域に設備を有するユーザも存在する。こういったユーザには、サイトが地震の影響を受けやすいため（例えば、現地の土壌条件、建物の設計、複層工場などの設置フロアのレベルによって、加速度が大きく上昇する可能性がある）、また地域の規制要件によって、より厳しい設計基準が必要となる場合もある。また地域によっては、図面や計算に認証が必要な場合もある。

10.1 一般 — UTV システムは、地震発生時の UTV システムの構成要素の移動、横転、または落下による、要員への傷害、隣接する製造装置に対する損傷、UTV システムの構成要素の損傷、設備の損傷のリスクを制御するように設計されているべきである。このセクションの基準は、次の 2 点を実現するためのものである。

1. UTV システムのサプライヤが、製品やシステムの開発および／または設計段階において、設置場所や施設が指定されていなくても、内部フレームや部品を地震力に耐え得るよう適切に設計できるようにする。

2. UTV システム設計者がユーザに対して、その施設内の UTV システムの安全確保に必要な情報を提供できるようにする。

10.1.1 UTV システムに対する損傷をすべて防止することは現実的でないため、SEMI S10 の重篤度クラス分けにおいて「致命的」または「重度」に分類される危害の原因につながる構成要素の破損および移動を防止する設計を行うべきである。

10.2 設計地震荷重 — UTV システムの構成要素、および UTV システムを固定するための全ての装置は、¶ 10.2.1 または¶ 10.2.2 の記載に従い設計するべきである。UTV システムの現実の設置または構造条件により、¶ 10.2.1 と¶ 10.2.2 が適用不可能な場合は、¶ 10.2.3 を適用すること。

10.2.1 地盤面と屋根高さの中間に位置する階の構造体に支持された UTV システムの場合、システム各構成要素は、いずれもその構成要素の重心に作用する重量の 100% の水平地震荷重、およびその構成要素の重量の $\pm 50\%$ の垂直地震荷重に耐えるように設計すべきである。耐震設計は、UTV が空荷と満載の両方の場合を含めて行うべきである。

10.2.2 屋根の構造体によって直接的に、あるいは 2 次フレームによって間接的に支持される UTV システムの場合、システム各構成要素は、いずれもその構成要素の重心に作用する重量の 150% の水平地震荷重、およびその構成要素の重量の $\pm 75\%$ の垂直地震荷重に耐えるように設計するべきである。耐震設計は、UTV が空荷と満載の両方の場合を含めて行うべきである。

10.2.3 UTV システムのサプライヤは、付属書 1 に従い適切な地震荷重を算出すること。等式 A1-1 の係数は、UTV システムの現実の構造条件に基づいて変更できる。

10.2.4 UTV システムサプライヤは、UTV システムの構成要素とすべての装置を地震力の解析により構造的に設計し、地震対策を決定すべきである。

注 6: 水平地震荷重は、 X 軸と Y 軸を別々に計算するか、固定点において最大荷重を発生させる軸で計算すべきである。

注 7: 本書の目的は耐震設計または耐震計算に関して網羅的な指針を示すことではない。地震対策のシステムおよび方法は国(米国、台湾、日本など)によって異なる。実用的な手引書としては、FEMA 451 や、日本建築センター刊行による「建築設備耐震設計・施工指針」(日本語のみ)、「FM Global Property Loss Prevention Data Sheets」の「1-2 Earthquakes」がある。

注 8: UTV システムは、世界中のあらゆる場所に設置される可能性があるため、UTV システムの地震対策設計は、UTV システムが世界中のほとんどの地域で設置できるよう意図された要求事項に基づくことが望ましい。上記の水平地震荷重は、「新規のビルディングその他建造物のための耐震規制に関する NEHRP 勧告規定」(FEMA 450)の $S_s = 200\%$ 、 $F_a = 1.0$ の地震帯における一般製造及び加工機械に対する要求事項をベースとしている。建屋の構造は多数あり、典型的な単層の工場を想定した。垂直地震荷重は、一般の敷地および台北盆地を対象にした台湾の建築物耐震設計基準、ならびに日本の「建築設備耐震設計・施工指針」に準拠している。これらは、世界中のほとんどの設計立地条件を満たすものと考えられる。

注 9: 上記の条件が計画の敷地と施設に対して適切であることを確実にするため、ユーザは機械工学、土木工学、または構造の専門技術者と契約することが推奨される。

注 10: 台湾の断層付近にある台湾の敷地については、現地法規は垂直地震荷重を水平地震荷重の $2/3$ とするように規定している。

注 11: 上記の水平地震荷重は、日本建築センター(BCJ)の上記指針における重要なグレード(耐震クラス A)のそれに等しい。BCJ の指針では、耐震クラスが「特に重要なグレード(耐震クラス S)」「重要なグレード(耐震クラス A)」および「通常グレード(耐震クラス B)」の 3 つに分類されている。

10.3 サプライヤは次のデータおよび手順をユーザに提供すべきである。これらの情報は、設置指示書の中に含まれるべきである。

- UTV システムとその支持装置、接続の図面。
- 特定された連結装置、アタッチメント、そして固定点の位置。
- 使用する脚部または他の施設への固定点と、ベースフレームプラン図面におけるそれらの位置。
- 各脚部または各固定点の重量分布
- 構造的に独立した各構成要素の幅、長さ、高さを含む寸法。