

セッションテーマ：米国の経済安全保障
中国向け半導体製造関連規制強化

一般財団法人 安全保障貿易情報センター

中野 雅之

- 本資料の内容は発表者個人の見解であり、発表者の所属先の見解ではありません。
- 本資料の無断の複製・転載等はお控えください

本日の話の流れ

- ・ 10.7規制の概要
- ・ 10.7規制の狙い
- ・ 10.7規制でカバーできなかったこと
- ・ 半導体製造関連規制の難しい点
- ・ 今後の展開と期待する方向
(同志国規制、日米蘭協調)

10.7規制の概要

2022年10月7日に施行された米国の対中輸出新規制

1. **半導体製造関連エンドユース規制** 事実上、半導体開発/製造関連エンドユース規制

2. **スーパーコンピューター関連エンドユース規制**

3. 脚注4付き **E/L掲載者向け規制** (脚注4付き 直接製品ルールでEAR対象品目となるもの)

先端コンピューティング直接製品ルールでEAR対象品目となるもの
スパコン用途直接製品ルールでEAR対象品目となるもの

4. 一定の **CCL 規制** (規制理由：RS(地域安定))

5. 一定の半導体開発/製造への **米国企業、団体、人の EAR 対象外品目の提供規制**

補足

米国のEARの『再輸出規制』の対象となる品目は次の3つ場合

- 米国原産品目
- 「デミニマス・ルール」により対象となる品目
- 「直接製品ルール」により対象となる品目

米国原産品目を一定以上含む
第三国で作られた品目

米国原産の技術により
第三国でつくられた品目



Item subject to EAR EAR対象品目

補足

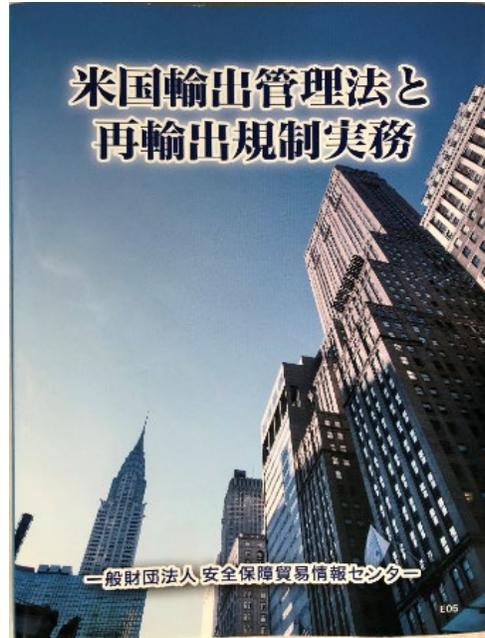
「再輸出規制の対象となる品目」の見極めが対応の基本中の基本

対応が難しい理由

- 米国原産品か判別しにくい
- 第三国経由で入ってきた品目の確認が難しい
(made in USA、米国有名企業)
- デミニミスルール、直接製品ルールが難しい
(ルールの理解、判断)
- 英語の規制ルールを理解しなければならない

ご参考

文献



2017年 6月 発刊



2020年 10月 発刊

CISTECセミナー

- 米国法の基礎と 再輸出規制の実務
- 米国の対中輸出規制 半導体製造・スパコン関連（10/7 公布）に関する説明会

10.7規制の概要

1. **半導体製造関連**エンドユース規制
2. **スーパーコンピューター**関連**エンドユース規制**

従来の軍事エンドユース規制では、「軍事エンドユース」の定義は、一定の軍事品目リスト等の品目への組込み、操作、修理、保守、開発・製造等の支援・貢献となっている。

今回は、それとは別に「半導体製造関連」「スーパーコンピューター関連」に特化した エンドユース規制を、それぞれ単独で新設



この領域に対する規制への並々ならぬ決意

※これまで、特定の中国企業向けでなく、中国向け全般に先進半導体の輸出を制限する例は、2022年7月にエヌビディア、AMD等に対する画像・音声処理、クラウド等関連の半導体輸出について、個別インフォーム（通知）により行うというものがあつた。

1. 半導体製造関連エンドユース規制 ①

エンド施設規制

輸出者・再輸出者・国内移転者 **が**

EAR対象品目(EAR99 = リスト規制非該当品目を含む) **を**

中国又はマカオ所在の半導体製造施設 **に** 輸出、再輸出、国内移転しようとする際に

以下の集積回路を製造している施設において

- (A) 非平面トランジスタアーキテクチャーを使用する又は16/14ナノメートル以下の製造技術ノードを使用するロジックIC
- (B) 128層以上のNAND型メモリーIC
- (C) 18ナノメートルハーフピッチ以下の製造技術ノードを使用するDRAM (メモリーIC)

取引しようとする品目が、集積回路の開発又は製造に**使用されることを知っている又は知りうる場合**

その取引は



要許可

原則不許可

1. 半導体製造関連**エンドユース規制** ②

エンド施設規制

輸出者・再輸出者・国内移転者 **が**

EAR対象品目であり、**CCL**(規制品目リスト)の**カテゴリー3**(半導体等のエレクトロニクス)の**品目グループ**(ECCNの2桁目) **B**(試験装置・検査装置・製造装置)、**C**(材料)、**D**(ソフトウェア)、又は**E**(技術)のいずれかにあたる品目(WAや日本でリスト規制非該当の米国独自規制品目が多数含まれる) **を**

中国又はマカオ所在の**半導体製造施設** に 輸出、再輸出、国内移転しようとする際に

当該施設において、以下の集積回路を製造している **ことが確認できない場合** (分からない場合)

- (A) 非平面トランジスタアーキテクチャーを使用する又は16/14ナノメートル以下の製造技術ノードを使用するロジックIC
- (B) 128層以上のNAND型メモリーIC
- (C) 18ナノメートルハーフピッチ以下の製造技術ノードを使用するDRAM (メモリーIC)

その取引は



要許可

原則不許可

製造されないことが確認できる場合は、規制対象外

1. 半導体製造関連**エンドユース規制** ③

輸出者・再輸出者・国内移転者 **が**

EAR対象品目(EAR99 = リスト規制非該当品目を含む) **を**

中国又はマカオに輸出、再輸出、国内移転しようとする際に

当該品目が

ECCN 3B001(従来から規制の半導体製造装置)、3B002(従来から規制の半導体試験装置)、3B090(今回新規規制の半導体成膜装置)、3B611(軍用の電子装置のための試験用、検査用、及び製造用貨物)、3B991、又は3B992の部品、部分品、又は機器の中国又はマカオにおける開発又は製造

に 使用されることを知っている又は知りうる場合

その取引は 
要許可 原則不許可

※マカオが追加（2023年1月17日施行）されたのは、マカオ経由の中国への迂回・転用のリスクが大きく、中国がマカオの経済特区において半導体開発のための巨額投資を行っているため

2. スーパーコンピューター関連エンドユース規制

輸出者・再輸出者・国内移転者 **が**

- (i) EAR対象であり、かつ、ECCN 3A001、3A991、4A994、5A002、5A004、又は5A992の集積回路 (IC)
- (ii) EAR対象であり、かつ、ECCN 4A003、4A004、4A994、5A002、5A004、又は5A992のコンピュータ、電子組立品(アセンブリ)、又は部分品 **を**

(i) 中国若しくはマカオに所在する又は中国若しくはマカオ向けの
スパコンの開発、製造、使用、操作、据付(現地据付を含む)、保守(点検)、修理、オーバーホール、又は改修 (10月21日 施行)

(ii) 中国若しくはマカオに所在する又は中国若しくはマカオ向けの
スパコンで使用される部分品 又は機器への組込み、
又は 中国に所在する又は中国向けの
スパコンで使用される部分品若しくは機器の開発若しくは製造 (10月21日 施行)

に 使用されることを知り又は(知らないが)知りうる場合

その取引は



要許可

原則不許可

3. 脚注4付きE/L掲載者向け規制 ①

脚注4付き 直接製品ルールでEAR対象品目となるもの

輸出者・再輸出者・国内移転者 が

(A) **EAR 対象の**(米国原産品目のみならず、デミニミス・ルール又は直接製品ルールの要件を満たす米国外原産品目も含む) **以下のいずれかの ECCN の技術・ソフトウェアから米国外で直接、製造された品目**(貨物・ソフトウェア・技術)(EAR99 も含まれる)

又は

(B) **米国原産の以下のいずれかの ECCN の技術・ソフトウェアから米国又は米国外で直接製造されたプラント又はプラント主要部分**(= 下記の一定の製造装置(試験装置を含む)) **から米国外で製造された品目**(貨物・ソフトウェア・技術)(EAR99 も含まれる)

を

【直接製品ルールに関するECCNの種類】

(1)3D001, 3D991, 3E001, 3E002, 3E003, 3E991(エレクトロニクスの技術・ソフト)

(2)4D001, 4D993, 4D994, 4E001, 4E992, 4E993(コンピュータの技術・ソフト)

(3)5D001, 5D991, 5E001, 5E991(通信の技術・ソフト)

(4)5D002, 5E002(暗号等の情報セキュリティの技術・ソフト)

※パソコン用途直接製品ルールの場合も共通

※先端コンピューティング直接製品ルールの場合はこれらECCN 及び 4D090 が対象

3. 脚注4付きE/L掲載者向け規制 ②

(1) 脚注4付EL掲載者のいずれかによって製造、購入又は注文された部品、部分品若しくは製品に組み込まれるか又はその製造若しくは開発に利用されることを知っている又は知りうる場合

(例：日本企業A社向けの国内移転や英国企業B社向け再輸出の場合でも、脚注4付EL掲載者によって、そのA社、B社に注文されたA社、B社の製品に組み込まれることを(知らないが)知りうる場合)

又は

(2) 脚注4付EL掲載者のいずれかが関与していることを知っている又は知りうる場合

(例：脚注4付EL掲載者が購入者、中間荷受人、最終荷受人、又はエンドユーザーである場合)

その取引は  **要許可** 原則不許可

対象企業等：先進コンピューティング、スパコン関連の28企業等

- ・スパコン関連の、Sugon（中科曙光）とその子会社のHigon（海光）、成都海光集成电路、成都海光微電子技術、無錫江南計算技術研究所、国立スパコンセンターの各支部・国防科技大学、北京理工大学、ハルピン工業大学、西北工業大学・国産独自チップを開発した天津飛騰信息技术有限公司 (PHYTIUM)
- ・AI・画像認識のセusstaim、画像・顔認識のメグビー、音声認識のアイフライテック、AIの依図科技、雲天励飛、監視カメラのダーファ

先端コンピューティング直接製品ルール

(i)EAR 対象の(米国原産品目のみならず、デミニミス・ルール又は直接製品ルールの要件を満たす米国外原産品目も含む) **【直接製品ルールに関するECCNの種類】**に記載のいずれかのECCNの技術又はソフトウェアから米国外で直接製造された品目(貨物・ソフトウェア・技術)(EAR99を含む)

(ii)米国原産の**【直接製品ルールに関するECCNの種類】**に記載のいずれかのECCNの技術又はソフトウェアから米国又は米国外で直接製造されたプラント又はプラント主要部分(一定の製造装置(試験装置を含む))から米国外で製造された品目(貨物・ソフトウェア・技術)(EAR99を含む)

(A)上記の(i)又は(ii)の品目が、中国若しくはマカオ所在の又は中国若しくはマカオ向けの**先端コンピューティング**の開発、製造、使用、操作、据付、保守・点検、修理、オーバーホール、又は改修のために利用されることを知り又は知りうる場合

(B)上記の(i)又は(ii)の品目が、中国若しくはマカオ所在の又は中国若しくはマカオ向けの**先端コンピューティング**の部品、部分品、機器に組み込まれること又はその開発若しくは製造に利用されることを知り又は知りうる場合

その取引は



要許可

原則不許可

※先端コンピューティングの定義はないが、734.9(e)(先端コンピューティング直接製品規制)における製品要件から推測可能

スパコン用途直接製品ルール

(i) **EAR 対象の**(米国原産品目のみならず、デミニミス・ルール又は直接製品ルールの要件を満たす米 国外原産品目も含む) **【直接製品ルールに関するECCNの種類】** に記載のいずれかの ECCN の技術・ソフトウェアから米国外で直接、製造された品目(貨物・ソフトウェア・技術)(EAR99 を含む)

(ii) **米国原産の** **【直接製品ルールに関するECCNの種類】** に記載のいずれかの ECCN の技術・ソフトウェアから米国又は 米国外で直接製造されたプラント又はプラント主要部分(=一定の製造装置(試験装置を含む))から米国外で製造された製品(貨物・ソフトウェア・技術))(EAR99 を含む)

(A) 上記の(i)又は(ii)の品目が、中国若しくはマカオ所在の又は中国若しくはマカオ向けの**スパコンの開発、製造、使用、操作、据付、保守・点検、修理、オーバーホール、又は改修のために**利用されることを知り又は(知らないが)知りうる場合

(B) 上記の(i)又は(ii)の品目が、中国若しくはマカオ所在の又は中国若しくはマカオ向けの**スパコンの部品、部分品、機器に組み込まれること又はその開発若しくは製造に**利用されることを知り又は(知らないが)知りうる場合

その取引は



原則不許可

要許可

※スパコンの定義：(Part772) 41,600立方フィート以下の筐体で、倍精度(64bit)で100 PFLOPS(1秒間の浮動小数点演算が10京回)以上、単精度(32bit)で200 PFLOPS以上の理論的計算能力を有するコンピュータ・システム

4. 一定の **CCL 規制**(規制理由：RS(地域安定)) ①

独自リスト規制

4.1. ECCN **3B090**(半導体成膜装置)

(米国 10 月 7 日施行)

半導体製造装置（3B001で規制されるものを除く）であって、一定の半導体成膜装置にあたるもの並びにそのために特別に設計された部品、部分品及び附属品

【規制仕向地】

中国、マカオ(規制理由：RS)、テロ支援国〔イラン、シリア、北朝鮮〕(規制理由：AT)

中国、マカオはテロリスト支援国並み？

Foundational Technology 概念？

※本来、この品目はECRA(米国輸出管理法) § 1758 が規定する「新興・基盤的技術」として規制するべきものであるが、新興・基盤的技術としての規制は、施行前に告知する必要があることから、中国への対抗上、緊急の施行が必要であったため、ECRA § 1758 の新興・基盤的技術としての位置づけは行わなかった

4. 一定の **CCL 規制**(規制理由：RS(地域安定)) ②

独自リスト規制

4.2. ECCN **3A090**(先端コンピューティング等用の一定の集積回路)

(10月21日施行)

集積回路(揮発性メモリを除く)との間で、全ての入出力にわたる双方向伝送速度の総計が600Gバイト/秒以上である集積回路、又はそのようにプログラム可能な集積回路であって、一定の要件を満たすもの

【規制仕向地】

中国、マカオ及びテロ支援国〔イラン、シリア、北朝鮮〕

※ 3A090 が規定する集積回路には、特定用途向け集積回路 (ASIC)、フィールドプログラマブルロジックデバイス (FPLD)、画像処理装置 (GPU)、テンソル処理装置 (TPU)、ニューラル・プロセッサ、インメモリー・プロセッサ、ビジョン・プロセッサ、テキスト・プロセッサ、コプロセッサ、アダプティブ・プロセッサの内、上記 3A090 の要件を満たすものが含まれる

4. 一定の **CCL 規制**(規制理由：RS(地域安定)) ③

独自リスト規制

4.3. ECCN **3A991.p** 「一定のスパコン等用 IC であって他の ECCN 3A001、3A090 等に
あたらないもの」

(【規制仕向地】テロ支援国(イラン、シリア、北朝鮮))

4.4. ECCN **3D001の改正** (追加規制)

「3B090(一定の半導体製造装置)品目の開発又は製造のために特別に設計されたソフトウェア」

「3A090(先端コンピューティング用等の一定の半導体)品目の開発又は製造のために特別に
設計されたソフトウェア」

4.5. ECCN **3E001の改正**

「3A(3A980、3A981、3A991、3A992、3A999を除く)、3B(3B991、3B992を除く)又は
3C(3C992を除く)で規制される装置又は材料の開発又は製造のための General Technology
Note 対象技術」

4. 一定の **CCL 規制**(規制理由：RS(地域安定)) ④

独自リスト規制

4.6. ECCN **4A090** 「3A090(一定の半導体)を組み込んだコンピューター」

4.7. ECCN **4A994.I** 「3A991.p (一定のスパコン用 IC)を組み込んだコンピューターであって 4A001 にも 4A003 にもあたらないもの」

4.8. ECCN **4D090** 「4A090 のコンピューター等のために、特別に設計された、又は、改変されたソフトウェア」

その他 4.9. ECCN **4E001**、4.10. ECCN **5A992**、4.11. ECCN **5D992** も改正

それぞれのECCNに該当する品目を
規制仕向地に輸出・再輸出する場合は



要許可 原則不許可

5. 一定の半導体開発/製造への米国企業、団体、人のEAR 対象外品目の提供規制 ①

半導体製造エンドユース規制等の補完

米国企業・団体・人が EAR対象「外」品目を

3類型の先端半導体を製造している中国若しくはマカオの半導体製造設備へ出荷、移転、支援、サービス提供、支援、促進、等にあたる行為をする場合に、要許可とする規定(EAR におけるインフォーム)が新設

半導体製造関連エンドユース規制では、EAR 対象品目が対象だが、EAR 対象外品目の提供等による支援についても許可対象とできるよう新設された

上記の行為は



要許可

原則不許可

※従来から § 744.6 において、米国企業・団体・人(US Person)についての一定の行為(大量破壊 兵器関連行為、軍事諜報エンドユース・軍事諜報エンドユーザー等)についての EAR 対象外品目の提供等の支援行為が許可要とされている。今回の規制がEAR 対象外品目の提供等による支援に限定されているのは、EAR 対象品目の提供等による支援は、既に、大量破壊兵器等エンドユース規制や軍事諜報エンドユース・エンドユーザー規制でカバーされているため

5. 一定の半導体開発/製造への米国企業、団体、人のEAR 対象外品目の提供規制 ②

規制の許可要件の対象となる「米国企業・団体・人」(US Person)の定義

- 米国市民(米国籍者)、米国永住権を有する外国籍者、又は 8 U.S.C. 1324b(a)(3)で定義されている保護対象者(一定の要件を満たす保護された難民等)
- 米国の法律に基づき又は米国の法域において設立された法人(外国の支店を含む)
- 米国内のすべての企業・団体・人

今回の規制 → 「米国籍」か「中国でのベネフィット」かの選択



中国にある半導体研究・開発・製造施設から多くの米国籍技術者が離職

10.7規制の狙い

中国の軍事力増強（質・量とも）に繋がる品目を渡さないようにしたい

10.7の規制の概要からお分かりのように

いろいろ領域はあるだろうがその中で喫緊のもの

AI、スーパーコンピューター、最先端半導体、半導体製造装置

10.7規制の狙い（米国の対中観）

台湾有事

中距離弾道
ミサイル
保有数格差

極超音速
ミサイル
実験成功

Ai軍事利用
監視社会の
高度化

米国政府は、10月に公表した国家安全保障戦略の正式版において、中国について「国際秩序を再編する意思を持ち、実現のために経済、外交、軍事、技術の力を向上させている唯一の競争相手」と規定するとともに、これを具体化する「国家防衛戦略」では、「米国の安全保障に対する最も深刻な挑戦」と位置づけ、同盟国との連携強化や中国による台湾侵攻を念頭に「新たな作戦概念と戦闘能力を開発する」と明記するなど、中国への対抗を緊急課題としている。

11月発表のUSCC2022年版報告書は、台湾有事の際の軍事面も含めた対抗策まで含めて提言するなどこれまでにない内容になっているが、これは、ロシアによるウクライナ侵攻の事前抑止に失敗し、多大な各種コストを米国や国際社会が支払わなければならなくなったことを教訓に、強力な事前抑止のための方策、警告を打ち出す必要があるとの判断によるものと推測されるが、今回の規制もそれらと同様の判断

10.7規制の狙い（規制理由）

ターゲット → AI、スーパーコンピューター、最先端半導体、半導体製造装置

BIS は、以下のように中国に対する今回の規制を実施した理由を説明

高度なコンピューティング製品やスーパーコンピューターは、AI アプリを通じて高度なデータ処理と分析が可能で、高度な IC によって実現可能

中国はエクサスケールのスーパーコンピューティング機能を急速に開発しており、2030年までに AI の世界的リーダーになるとしている

それらのシステムが

- ①中国の軍事的意思決定、計画、兵站の速度と精度を向上させるための軍事近代化の取り組み、および電子戦、レーダー、信号に使用されるもの等の**自律軍事システムの速度と精度を向上**させるために使用されている。
- ②核兵器、極超音速ミサイル、その他の高度なミサイルシステム等の大量破壊兵器を含む**兵器の設計とテストの計算を改善**し、**戦場の影響を分析**するために使用されている。
- ③高度な AI 監視ツールが、市民を監視、追跡する等の目的において、**基本的人権を無視**して使用されている。

補足

米国政府はスパコン、先進半導体について、これまでも中国企業への規制を実施

- ・スパコン関連企業・組織（12組織）を Entity List に掲載し禁輸（2019年6月、2021年4月）
- ・AI、画像・音声認識、監視カメラ、クラウド関連等の企業を Entity List 掲載
- ・ファーウェイ（5G 関連）、SMIC（10nm 未満）の Entity List 掲載
- ・「中国軍産複合企業」指定による米国人・企業等の証券売買の禁止 等

2022年夏以降、対中半導体輸出規制のハード・ソフト両面から一層の強化

- ・先端的半導体製造のための先進的 ECADソフトウェアと半導体基板材料を「新興・基盤的技術」として規制開始
- ・SMICへの輸出禁止対象を、線幅 10nm 未満から 14nm 未満の半導体が製造可能な装置に拡大するとの通知を関係企業に通知（ラム・リサーチ、KLA 等）
- ・「CHIPS・科学法」により、半導体補助金を受けた企業の中国等に対して投資制限（28nm以下の半導体生産を中国で拡大することを10年間禁止）
- ・米エヌビディア、AMD に対する軍事エンドユース・エンドユーザー規制による輸出禁止（AI、画像、音声認識等の高度な演算処理をコスト効率良く行える特定の先端チップ）

10.7規制でカバーできなかったこと

1. **半導体製造関連**エンドユース規制

2. **スーパーコンピューター関連**エンドユース規制

3. 脚注4付**E/L**掲載者向け規制

先端コンピューティング直接製品ルールでEAR対象品目となるもの

スパコン用途直接製品ルールでEAR対象品目となるもの

4. 一定の **CCL 規制** (規制理由：RS(地域安定))

5. 一定の半導体開発/製造への**米国企業、団体、人の EAR 対象外品目の提供**規制

EAR対象品目にならない品目
= 再輸出規制が及ばない品目

Subject to EAR 品目

- ・ 米国原産品
- ・ デミニマスルール該当品
- ・ 直接製品ルール該当品

プラントの主要な要素に米国原産品もしくはSubject to EAR品があると、そのプラントから製造される品目が「直接製品になる」という新ルール (ルールの拡大)
* Huawei向け半導体の時に効果絶大

米国人、米国法人

外国人
外国法人

AI、スーパーコンピューター、最先端半導体、半導体製造装置

理想は同志国による協調、現実には米国再輸出規制

ロシア
制裁型？

理想

同志国間での事前協議に基づく協調的な輸出規制

現実

新たな規制の合意を得るためにはステークホルダーが多すぎて、まとまらない



NDAA2019で表明したアプローチ “米国単独・先行での輸出規制”
後から日・EUに追従を求める形にならざるを得ない



追いつくまでの間の手当ては？ → 再輸出規制 **“直接製品ルール”の強化**で



「だけ」では難しい領域もある

半導体製造関連領域

10.7規制でカバーできなかったこと

AI、スーパーコンピューター、最先端半導体、半導体製造装置

Huawei向け半導体集積回路をターゲットとした直接製品ルールの拡大は効果絶大

今回も「脚注 4 付 Entity List 掲載者向け 直接製品ルール (FDPR)」はほぼ同等の効果をもたらすと思われる

なぜなら、半導体集積回路を開発・製造するプロセスの中に、米国製の半導体設計ソフトや、米国製装置 (ECAD、アプライドマテリアルやラムリサーチ製の装置) が使われており、それらを使わずに半導体集積回路を開発・製造することは難しく、それらを使うプラントから製造される**集積回路**は「直接製品」の定義にあたるから

「**半導体製造装置**」はそうはいかない

- ・ 外国製半導体製造装置本体は、ほぼEAR対象品目にはならない
- ・ 構成部品にEAR対象品があったとしても抜け道あり (単品を他のEAR対象外品目とユニット化し、デミニマス・ルールによる対象品目にならないようにすれば良い)

半導体製造関連規制の難しい点

<長い製造プロセス>

半導体の製造プロセスは①マスク製造、②ウェハー製造、③成膜形成、④フォトレジスト塗布、⑤**露光**・現像、⑥エッチング、レジスト剥離・洗浄、⑦イオン注入、⑧平坦化、⑨電極形成、⑩ダイシング、⑪ワイヤーボンディング、⑫モールドディング等と長い

一言で「半導体製造装置」とくくれない

<出来上がる半導体のレベル>

各プロセスにおける装置のレベルと出来上がる半導体のレベルが一對一ではない

<武器に使われる半導体のレベル>

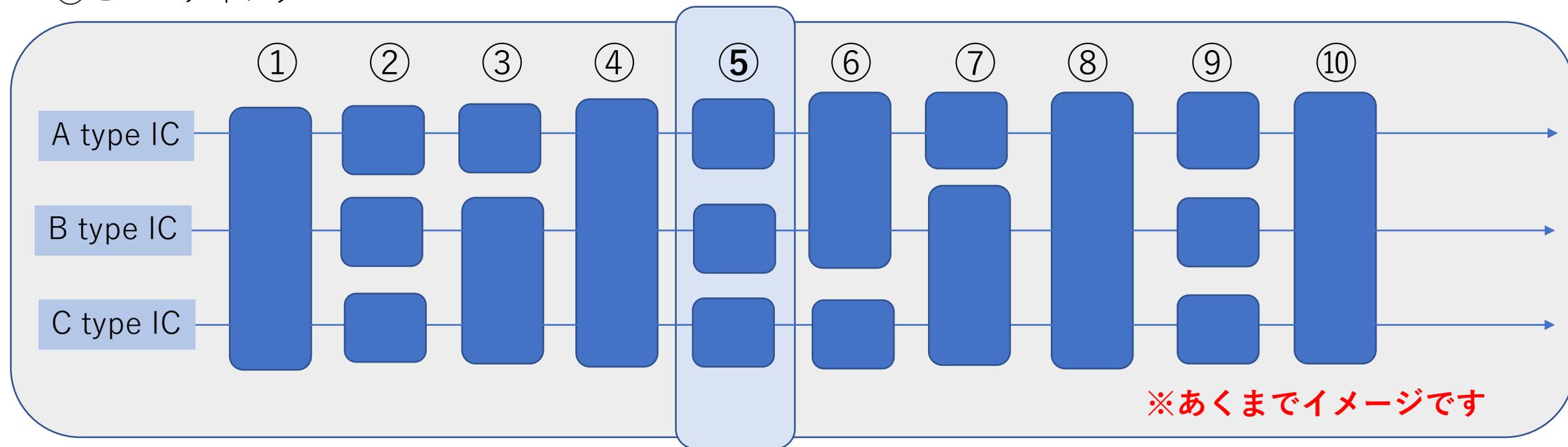
“最先端”の半導体集積回路は超精密誘導ミサイルシステム等（iPhone）

“先端”半導体集積回路（一世代 or 二世代前の技術でできる）はあらゆる武器に

例：パワー半導体集積回路などは二世代前の技術でできる

半導体集積回路の製造プロセスと使われる装置レベル

- ①マスク製造、②ウェハー製造、③成膜形成、④フォトリソ塗布、⑤露光・現像、⑥エッチング、レジスト剥離・洗浄、⑦イオン注入、⑧平坦化、⑨電極形成、⑩ダイシング、⑪ワイヤーボンディング、⑫モールドディング



半導体集積回路を製造するためには、長い生産プロセスがあり、各プロセスで使われる装置を総称として「半導体製造装置」と呼んでしまっている。

製造しようとする半導体集積回路の精緻度・種類により、製造に必要な装置が異なる。そして、プロセスによって使える装置の細分化度も異なる。

半導体露光装置の技術変遷

開発は販売の10~20年前から

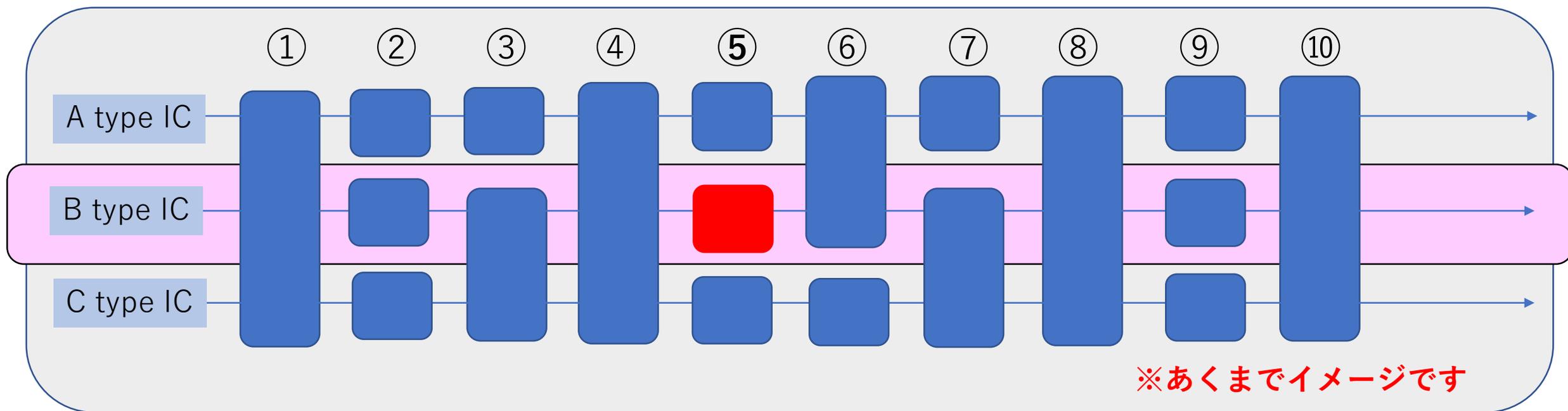
| | 光源と波長 | 作れる線幅 | 販売時期 | メーカーシェア | 装置単価 |
|------|-------------|----------|------------|---------------------|-------|
| | g 線 (436nm) | ~800nm | (1970年後半~) | C60%、N15%、A10% | 2億円 |
| | i 線 (365nm) | ~350nm | (1980年後半~) | C55%、V25%、N10%、A10% | 5億円 |
| | KrF (248nm) | ~150nm | (1990年後半~) | C50%、A45%、N5% | 10億円 |
| | ArF (193nm) | ~ 65nm | (2000年後半~) | N60%、A40% | 20億円 |
| 28nm | ArF 液浸 | ~ 38nm | (2010年前半~) | } | 40億円 |
| 14nm | ArF 液浸 (改) | ~ 7 nm * | (2010年後半~) | | 60億円 |
| 7nm | EUV (13.5m) | 7~3 nm | (2010年後半~) | A100% | 200億円 |

* 何度も露光工程を繰り返すマルチプルパターンニングを行うことにより可能

通常兵器、先端兵器、最先端兵器に使われる半導体はどのレベル？

※あくまで推測値です。

チョークポイント規制論



どこがチョークポイントか：マスク？ ウェハ？ レジスト？ 成膜形成装置？ **露光装置？**
エッチング装置？ 洗浄装置？ イオン注入装置？ 電極形成装置？

高度な技術力、製造力が求められる <中国が一番簡単には追いつけない>
その技術を保有している国（会社）が少ない <合意形成が容易>



露光装置！
(かもしれない)

今後の展開と期待する方向

強化以外ない

関連規制、動向から

米国の本気度は非常に高い

新興・基盤的技術規制 (=ワッセナーアレンジメント合意)

- ・ 先端パワー半導体関連の酸化ガリウム及びダイヤモンドの半導体基板
- ・ 全周ゲート電界効果トランジスタ (GAAFET) 搭載の IC 開発に必要な電子コンピューター支援設計 (ECAD) ソフトウェア

CHIPS&科学法による対中半導体投資規制

- ・ 米国での半導体製造工場建設補助金を受けた企業は、10 年間、中国での半導体拡張投資禁止 (28nm より精度の高いもの)

36中国企業のEntity List 掲載 (2022年12月15日)

- ・ 主要半導体関連企業 (YMTC 他、注目されるスタートアップ企業) に対する禁輸 (Entity List 掲)
- ・ 36 企業のうち 21 企業が直接製品規制の対象

今後の展開と期待する方向

強化以外ない

国防権限法 2023 (2022年12月23日)

- ・ 米国連邦政府調達における中国 企業製半導体製品等を含む電子製品等の調達禁止規定
- (A) 中国大手半導体企業 SMIC 社、CXMT 社、YMTC 社等の半導体製品・サービスを含む電子製品・部品・サービスの調達禁止規定
- (B) これらの半導体製品・サービスを含む電子製品・部品を重大システムに使用する企業・団体からの電子製品・部品の調達禁止
<それぞれ 5 年後 (2027年12月23日) から施行 下位規則は、施行日から 3 年後までに発行>

※これは、2018 年 8 月に成立した国防権限法 2019 において、ファークウェイ、ハイクビジョン等の通信関連、監視カメラ関連の中国 5 企業 (及び別途指定される中国企業) の製品・サービスの連邦政府調達禁止規定と同様の構図の規制

今後の展開と期待する方向

強化以外ない

中国委員会の設置

- ・米下院は2023年1月11日に、365対65の賛成多数で「米国と中国共産党間の戦略的競争に関する特別委員会」を設立する決議案を可決（共和党員で対中強硬派のマイク・ギャラガー議員が委員長）
- ・ギャラガー議員は「過去5年程度の重点が中国の対米投資に対する検証の強化だったとすれば、次の局面は共産主義の中国に向かう米国の投資に対する検証の強化になるだろう」と述べた。バイデン政権と議会はともに、米国の対中投資を監視し、必要に応じて阻止できる制度を構築する案を検討しており、同議員はこうした計画を何らかの形で進めることは「不可避」との認識を示した（ブルームバーグ 22.12.20 付）

量子、バイオ分野を追加規制する観測

第2弾、第3弾の措置検討の発言

- ・2022年10月27日に、エステベス商務次官が新米安全保障センター(CNAS)での講演で、人工知能、量子情報科学、バイオテクノロジー等の追加の重要技術分野での更なる輸出規制を検討している旨を説明（⇒ 2023年3月2日、米商務省は遺伝子データを扱う中国企業を含む約40の企業・団体を Entity List に掲載、原則輸出禁止の対象にすると発表。遺伝子情報を扱う中国のバイオ大手、BGIの関連事業者等）
- ・BIS が 11月末に行った CISTEC 等の日本の関係産業団体向け説明会でも、第2弾、第3弾がある旨説明

米国の危機意識を同盟国、同志国と共有可能か？

本来「米国の」であってはならないのでは



出来れば共有し、同盟国・同志国の共通規制として実施したい（はず）
同盟国・同志国との良好な関係維持、米国だけでは規制の実効性は担保されない
（＝米国の産業界だけが不利益を被る）



合意形成に時間がかかり、実施が遅れては規制の効果が薄れる、あるいは手遅れになってしまう

今後の展開と期待する方向（同志国規制、日米蘭協調）

米国から日本、オランダへの協調要請

レモンド商務長官発言

- ・ 11月に対中規制について、「同盟国と多国間で協力することが米政府の責務だ」「日本とオランダが追随するだろう」
- ・ 12月8日の西村経産相との電話会談で、「インド太平洋経済枠組み（IPEF）、サプライチェーンの件と併せ、意見交換している」

多国間規制成功のポイント

- ・ 同じ価値観・技術レベルを持つ国の協力
- ・ 同じ規制（該・非、許可・不許可、開始時期）

今後の展開と期待する方向（同志国規制、日米蘭協調）

外為法の第1条（目的）には「この法律は、外国為替、外国貿易その他の対外取引が自由に行われることを基本とし、対外取引に対し必要最小限の管理又は調整を行うことにより、対外取引の正常な発展並びに我国又は国際社会の平和及び安全の維持を期し、もって国際収支の均衡及び通貨の安定を図るとともに我国経済の健全な発展に寄与することを目的とする」とある

規制目的を明確に（産業界の理解と賛同）

価値観を共有し、規制したい技術を保有する国々と協調を（レベルプレイングフィールド）

必要最小限の負担で、最大の効果が出せる制度に（実効性の高さ）

分かりやすい規制運用を（産業界にやらせる/任せる形でない）

対現状修正勢力

エマテク・ファンテク重視

同志国規制
(EAR再輸出規制不要)

今後の展開と期待する方向（同志国規制、日米蘭協調）

< 規制対象相手明確型 >

< 不拡散型 >

< 不拡散型 + 規制対象相手明確型 >

ココム

共産主義

WA

ソ連崩壊

WA

NSG

インドの核開発

AG

イランイラク戦争

MTCR

INF条約

北朝鮮制裁

ロシア制裁

現状修正勢力

米国（EAR）の対中規制強化（再輸出規制）

同志国規制

どうなる安全保障輸出管理！？

ご参考

「米中の新輸出規制等の動向」（CISTECのHP内に2019年3月19日開設）
米中関係が緊張下にある中、米中の輸出管理規制とその周辺の諸規制についての概要をご紹介します

<https://www.cistec.or.jp/service/uschina.html>

「米中の経済安全保障戦略」 新興技術をめぐる新たな競争（芙蓉書房出版 2021年7月）
第3章 米国の輸出管理の新展開 ～従来型の限界と今後～

<http://www.fuyoshobo.co.jp/book/b584700.html>

日本安全保障貿易学会 第31回研究大会（2021年3月13日）
「安全保障輸出管理をめぐる歴史的過程分析と将来像～新たな管理体制の必要性～」

https://www.cistec.or.jp/jaist/event/kenkyuutaikai/kenkyu31/00_02_nakano.pdf

セッションテーマ：米国の経済安全保障

中国向け半導体製造関連規制強化

ご清聴ありがとうございました

一般財団法人 安全保障貿易情報センター

中野 雅之

- 本資料の内容は発表者個人の見解であり、発表者の所属先の見解ではありません。
- 本資料の無断の複製・転載等はお控えください