ニコンにおけるEUV露光装置の量産化失敗の本質

−日蘭露光装置メーカーの競争戦略分析−

千賀　伊桜

キーワード:プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント、オープン&クローズ戦略、バリューネット、参入障壁

１．はじめに

1-1. 研究の背景

EUV（Extreme Ultraviolet：極端紫外線）露光装置は、「地球上で最も複雑な装置」と呼ばれ、今や最先端半導体の製造に最も重要なカギを握る。装置の主な役割は、紫外線よりも波長の短い極端紫外線を用いて、７ナノメートル以下の微細な回路をチップ上に描画する「リソグラフィ」技術である。この技術こそが、半導体業界における熾烈な微細化競争のなかで、最先端の半導体メーカーがEUV露光装置を求める理由である。同装置は現在、オランダのメーカー、ASMLがトップシェアを握っているものの、かつては日本国内にも潤沢な研究シーズが存在していた。

EUV露光技術の基本概念は、日本国内での研究や提案がその萌芽となった。1986年、多層膜ミラー[1]を用いたEUVによる縮小投影露光（EUVリソグラフィ）の基礎技術が、NTT厚木通信網研究所の木下博雄氏（後の姫路工業大学／兵庫県立大学教授）らによって、世界で初めて提案された。その後1990年代後半〜2000年代には、通商産業省（現・経済産業省）を中心として、EUV露光装置の量産化を目指す動きが活発になる。国家プロジェクト「ASET（技術研究組合 超先端電子技術開発機構）」や、その成果を引き継いだ「EUVA（技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構）」などが相次ぎ結成されていった。

兵庫県立大学の母体となった姫路工業大学でも、ニュースバル放射光施設で量産化

[1] モリブデンとシリコンの薄膜をナノメートル単位で数十層も交互に積層したミラー

を目指して基礎研究が行われた。とりわけ同大教授となった木下氏の研究室では、世界に先駆けて基礎研究と実証機開発が進められ、2001 年には大学主導で先駆的な EUV 露光装置「ETS-1」が開発された。この装置化にはニコンや日立中央研究所といった民間企業も関わっており、国内メーカーや国家プロジェクトの支援を通じた商用化が期待されていた。EUV リソグラフィ研究の第一人者として、当時から研究に携わる兵庫県立大学特任教授・名誉教授の渡邊健夫氏によれば、ASET での研究の結果、EUV リソグラフィの量産適応には「通産省をはじめ業界が青信号を出していた」という。

しかしその後、ニコンは実用化に向けて研究開発で大学との連携を強化することなく、自社開発の道を選んだ。2003 年には EUV リソグラフィ技術を専門に行う「EUVL 開発部」を設置し、翌年には本格的な EUV 露光装置の開発を開始した[2]。その結果、量産化の壁、つまり「死の谷」を越えられず、EUV 露光装置の開発から撤退することとなった。膨大な研究開発コストのかかる新技術を手放し、代わりに既存技術の ArF エキシマレーザー（アルゴンとフッ素の混合ガスを用いた気体レーザーの一種）を用い、レンズとウエハの間を水（超純水）で満たして光の屈折率を高めることで解像度を上げる「液浸リソグラフィ」など、他の技術開発に経営資源を移した。

一方、オランダの ASML は新技術に賭ける道を選び、約 30 年かけて死の谷を克服した。今や EUV 露光装置で 100%のシェアを握り、売上高は 6 兆円以上に上る。同社は世界中のメーカーや研究機関の知見を吸収しながら巧みにパートナーを開拓する「価値共創戦略」により、大手半導体メーカーを巻き込むことで装置開発に投資し続けた。

本研究では、日本が EUV 露光装置の基礎技術を有しながらも量産化に至らなかった要因を、当時の代表的な露光機メーカーであるニコンと ASML の戦略的ポジショニングおよびエコシステム構築手法の違いから分析する。日本の半導体露光装置産業の弱体化はすでに先行研究が存在するものの、個社レベルの意思決定や外部資源の活用方法の相違に焦点を当てた分析は少なく、とりわけ量産化失敗の本質的なメカニズムについては未解明な点が多いのが現状である。

1-2. 目的、リサーチクエスチョン

本研究の目的は、1999～2011 年の開発競争期において、ニコンが EUV 露光装置を量産化できなかった根本要因を明らかにすることである。当時の研究体制を鑑みるに、日蘭どちらの企業にも、優れた基礎研究が存在したことは確かである。にもかかわら

[2] 社史 p.579、「ニコン、EUV を用いた縮小露光装置の開発を開始」日経クロステック（https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20040115/60343/）による。

ず、ニコンが産業化に失敗した一方で、ASML が成功したのはなぜか。

本研究ではこの明暗を分けた本質を、競争戦略論のポジショニング・アプローチの観点から解明する。具体的には、ニコンの自前主義や資源配分の偏りといった「内部要因」と、ASML が主導した強固なエコシステム構築という「外部要因」の双方に迫る。

永田紘基ら（2023）によれば、ニコンにおける半導体露光装置のシェア低下の要因は「自前主義へのこだわり」とされる。先行研究に限らず、関係者インタビューからも、ニコンを含めた国産露光装置メーカーが自前主義に陥っていたという事実が読み取れた。ところが、ニコンがなぜ自前主義に至ったのか、その具体的経緯や分析は文献にはほとんど見当たらない。

そこで、リサーチクエスチョンは、「基礎技術を有していたニコンが自前主義に陥り、EUV 露光装置の量産化に失敗したのはなぜか？」に設定した。この問いは、大学発の研究シーズを量産化に繋げるために、企業が乗り越えるべき障壁の存在を明らかにし、今後の国内技術の迅速な商用化に向けて示唆を与えるためのものである。

1-3. 本研究の独自性・意義

本研究は、主に以下の２点において独自性を持つ。これまでの半導体露光装置の普及要因や産業の複雑性に関する先行研究[3]では、メーカー内部の組織体制や、露光装置の要素技術の変化、技術的な製品アーキテクチャの複雑性に焦点を当ててきた。それに対し、本研究ではニコンの戦略という内部要因だけでなく、ASML の戦略を含めたニコンを取り巻く外部要因を分析することで、量産化失敗のメカニズムを解明する。具体的には、以下の３点を軸に議論していく。

- **プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント（PPM）による投資戦略の比較：**
  「自社の事業ポートフォリオにおける収益構造の偏り」を示す PPM が、EUV 露光装置への投資判断にどんな影響を与えたかを分析する。2000 年代のニコンは、積み重なる赤字と「金のなる木」の不在という苦しい財務的制約の中で、「問題児」のカメラ事業を成長させることを EUV 露光装置への投資よりも優先し、短期的な利益の追求を迫られた。一方で、ASML は外部の顧客や研究機関を自社のエコシステムとして取り込むことで EUV 露光装置に投資し続けることができた。両社のポートフォリオのマネジメント方法を対比することで、単なる

[3] 中馬（2005）p. 388-395，廣田（2001）p. 27-51 による。

技術論にとどまらない企業の投資戦略を検証する。

- **オープン&クローズ戦略から見る両社の競争戦略比較：**

  半導体露光装置産業の複雑性に関する研究では、製品アーキテクチャがインテグラル（すり合わせ）型かモジュラー型かといった「製品構造」に焦点が当てられがちであった。本研究は、企業内部の構造分析にとらわれず、企業と外部環境との間にある「境界のマネジメント」に踏み込む。ここでは主に、大学や研究機関、コンソーシアムとの協業による「オープンな基礎研究」と、自社や特定のパートナーとの「クローズドなコア技術の囲い込み」を、実際にニコンと ASML がいかに戦略的に切り分けていたかを分析する。つまり、オープン&クローズ戦略[4]を切り口に両者がいかに外部資源を取り込み、あるいは排除したかという競争戦略の比較に本研究の意義がある。

- **バリューネットに見る川上・川下メーカーとの戦略的協業：**

  ASML は EUV 露光装置に投資し続けるため、顧客である台湾の TSMC や韓国のサムスンなどの大手半導体メーカーや、サプライヤーである材料メーカーとの戦略的協業を進めた。それだけでなく、国際半導体研究機関のリソース（ヒト・モノ・カネ・情報）も活用し、ASML をハブとした EUV 露光装置のエコシステムを構築した。こうした自社の周りの顧客や競争相手、補完的生産者と組むことで価値を創り出す「バリューネット（価値相関図）」の戦略が同社の量産化に与えた影響を分析する。また、自前主義に陥っていたニコンに対する戦略的効果を解明する。

以上のように、本研究では、小川紘一（2015）のオープン&クローズ戦略とボストン・コンサルティング・グループ（BCG）によるプロダクト・ポートフォリオ・マネジメント（PPM）を用いてニコンの内部的な構造制約を明らかにし、さらに Brandenburger, A. ら（1998）のバリューネット理論を軸に、ASML が外部環境においていかに優位なポジションを築いたかを解明する。これらを通じて当時の日蘭メーカーを取り巻く産業構造を可視化し、両社の戦略的ポジショニングの違いがもたらした帰結を論じていく。

本研究の意義は、EUV 露光装置の量産化失敗の本質に競争戦略論の観点から迫ることで、企業に優れた基礎研究シーズが存在しながらも結果的に産業化が阻まれてしま

[4] 小川（2015）による。

うことの構造的メカニズムを明らかにする点にある。

1-4. 本稿の構成

本研究は全９節で構成される。本節（第１節）で研究の背景、目的、および独自性を提示したのに続き、第２節ではEUV露光装置の技術的概要について整理する。第３節では、半導体露光装置産業に関する先行研究をレビューし、本研究の学術的な位置づけを明確にする。続く第４節では、本研究で用いるPPM、オープン＆クローズ戦略、バリューネットといった理論的枠組みおよび研究手法について述べる。

以降、分析パートにあたる第５節ではニコンの内部要因に焦点を当て、財務的制約やコア技術への固執がEUV投資に与えた影響を明らかにする。第６節ではニコンの外部要因としてASMLの競争戦略を分析し、同社がオープン＆クローズ戦略とバリューネットを駆使して強固な参入障壁を築いた過程を検証する。そして第７節では、これら内・外の要因がどのような相互作用を経て、ニコンを構造的ロックインへと追い込み自前主義を加速させたのか、そのメカニズムを解明する。

最後に第８節では、一連の分析結果を総括し、日本企業が優れた基礎技術を量産化へ結びつけるための実務的示唆を考察する。第９節にて本研究の限界と今後の課題を展望し、本稿の結びとする。

２．EUV露光装置の概要

2-1. 半導体の微細化と露光技術の役割

半導体集積回路（IC）は、現代のコンピューティングシステムにおける「頭脳」であり、その性能向上は微細化によって牽引されてきた。基板であるシリコンウエハ上に形成される電気の通り道（回路線幅）を微細化すればするほど、チップ上により多くの小さなスイッチ、つまりトランジスタを配置できるようになる。その結果、処理の高速化と消費電力の低減を同時に実現できる。

この微細な回路パターンを基板であるウエハ上に転写する工程を担うのが、半導体露光装置であり、この工程は「リソグラフィ」と呼ばれ半導体製造プロセスの最中枢に位置づけられる。マスクと呼ばれる遮光板で形成される回路パターンの転写は、露光光学系[5]を介して、基板上に塗布された感光性材料を、露光することにより行われる

[5] 半導体製造で回路の原画（マスク）の模様を光でウエハに小さく写すための、レンズや鏡を組み合わせた仕組み。

[6]。露光装置の解像力、つまり転写できる細かさは、照射する光の波長が短いほど向上する。

回路パターンの微細化要求に対応するため、光の波長は次第に短くなっていく。1980年代前半には水銀ランプを使ったｇ線（波長は436ナノメートル）、1990年代初頭にはｉ線（水銀、同365ナノメートル）が光源に用いられ、90年代後半にはKrFエキシマレーザー光源（クリプトンフロライド、同248ナノメートル）、2000年代末にはArFエキシマレーザー光源（アルゴンフロライド、同193ナノメートル）を使った露光技術が投入された[7]。そして、2010年代後半になりようやくEUVレーザープラズマ光源（同13.5ナノメートル）が用いられるようになる。

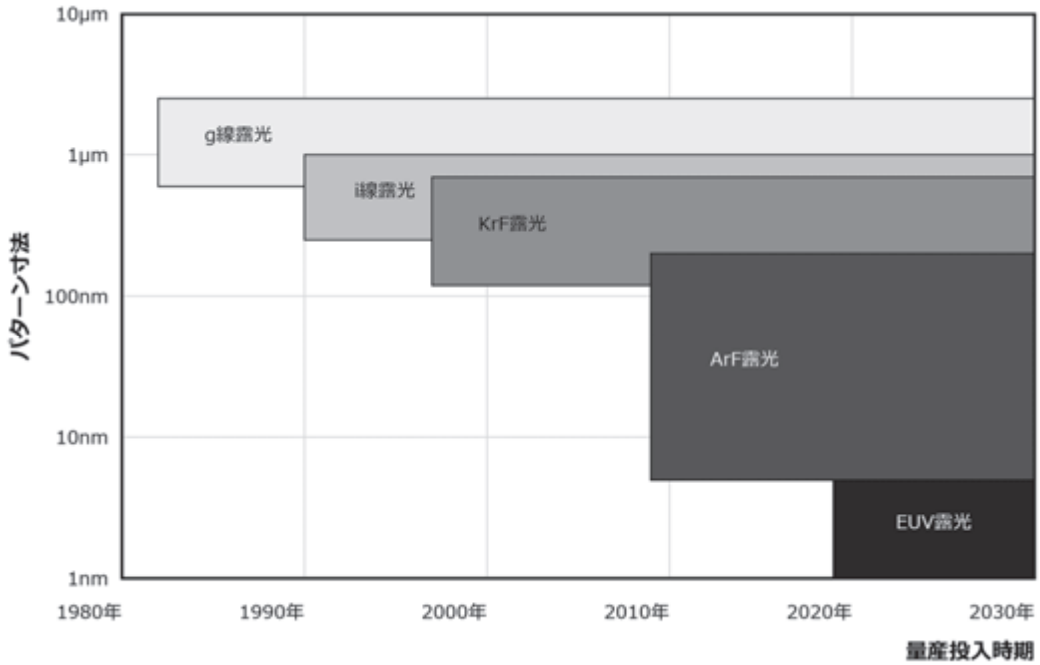

図１：露光技術の変遷[8]

EUV光は波長が短く、露光装置内部で吸収され透過しない性質があるため、光学系

[6] 木村（2021）p.2による。
[7] 「半導体の微細化に不可欠なEUV露光技術の現状とこれから」TELESCOPE magazine（https://www.tel.co.jp/museum/magazine/report/202310_01/?section=2）による。
[8] 「半導体の微細化に不可欠なEUV露光技術の現状とこれから」TELESCOPE magazine（https://www.tel.co.jp/museum/magazine/report/202310_01/?section=2）に基づき筆者作成。

を真空に保つ必要がある上、旧来型露光装置に使われる透過型レンズを使用できなかった。他にも光源パワーの出力向上が困難なことなど、多くの課題があった。このため、普及までに約 30 年かかり、その間露光装置メーカーは ArF リソグラフィを延命する必要があった。そこでウエハとレンズの間に水を保持して解像度を上げる ArF 液浸露光装置が考案され、大きく解像度が上がったが、その技術も微細化対応には限界があった[9]。回路線幅 7 ナノメートル以下の次世代の「超微細化」を実現するためには、どうしても EUV 露光装置の量産化が不可欠だったのである。



図２：EUV 露光装置のイメージ[10]

（出所：ASML の HP）

2-2. EUV 光源の生成メカニズム

EUV は、目に見える光（可視光）よりもはるかに波長が短く、X 線に近い性質を持つ電磁波である。その波長 13.5 ナノメートルという短さは、人間の髪の毛の太さ（約 80 マイクロメートル）の約 6,000 分の 1 に相当する。この光を安定的に制御・照射する技術は、高い精密さが要求されるため、EUV 露光装置は 10 万点以上の部品から構成され、その大きさは全長 10.3 メートルに及ぶ[11]。

[9] 木村（2021）p.2 による。
[10] 「ASML TWINSCAN NXE:3800E」
（https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems/twinscan-nxe-3800e）より転載。
[11] 「フォトリソグラフィの進化形「EUV リソグラフィ」とは？ Rapidus の挑戦」

EUV 露光装置の内部では、１秒間に約５万個の微細な溶融スズの液滴が超高速で噴射される。この落下するスズの粒子に対して、高出力の炭酸ガスレーザーを正確に 2 度照射する。レーザーの直撃を受けたスズは瞬時に数万度以上の超高温プラズマ状態となり、このプラズマから 13.5 ナノメートルの EUV 光が放射される。

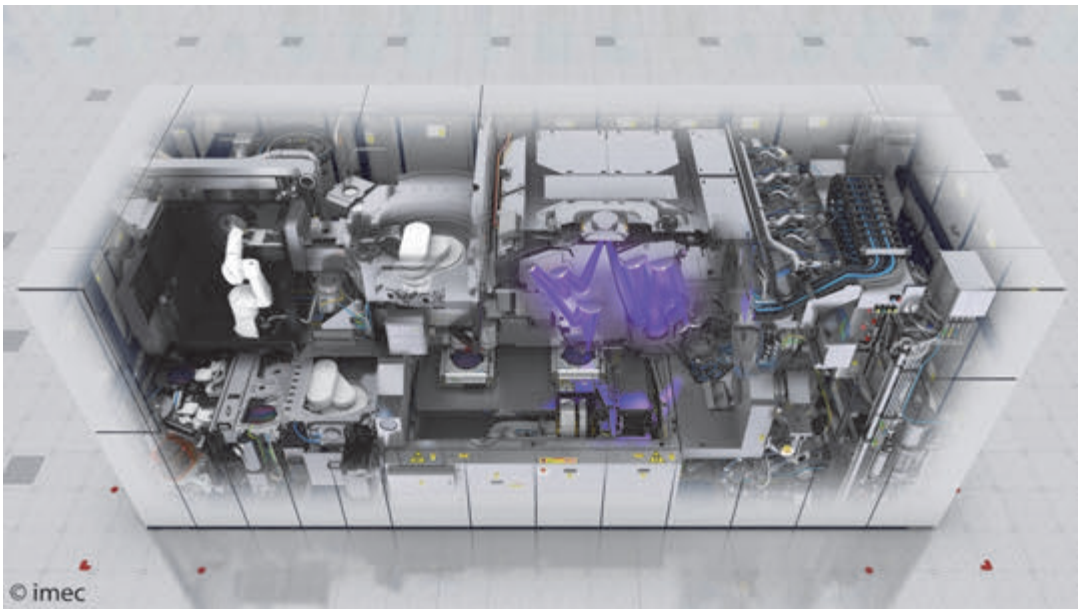

図３：EUV 露光装置内部のイメージ[12]

（出所：imec の HP）

2-3. ミラー光学系へのパラダイムシフト

EUV 露光技術がそれまでの露光技術と決定的に異なるのは、光学系における「パラダイムシフト（非連続な技術転換）」をもたらした点にある。

波長 13.5 ナノメートルの EUV 光はエネルギーが極めて高く、空気を含むあらゆる物質に吸収されやすいという物理特性を持つ。そのため、装置の内部は高度な真空状態に保たれなければならない。また、g 線から ArF 線に至るまで、従来の露光装置で用いられた中核技術「屈折型光学系（ガラス製のレンズを通過させて光を集光・縮小

（https://www.rapidus.inc/tech/te0005/）による。

[12] 「Imec and ASML Enter Next Stage of EUVL Collaboration」（https://www.imec-int.com/en/articles/imec-and-asml-enter-next-stage-of-euv-lithography-collaboration）より転載。

する方式)」は、EUV 露光装置では使用できない[13]。EUV 光がレンズのガラスそのものに吸収されてしまい、ウエハまで届かないためである。

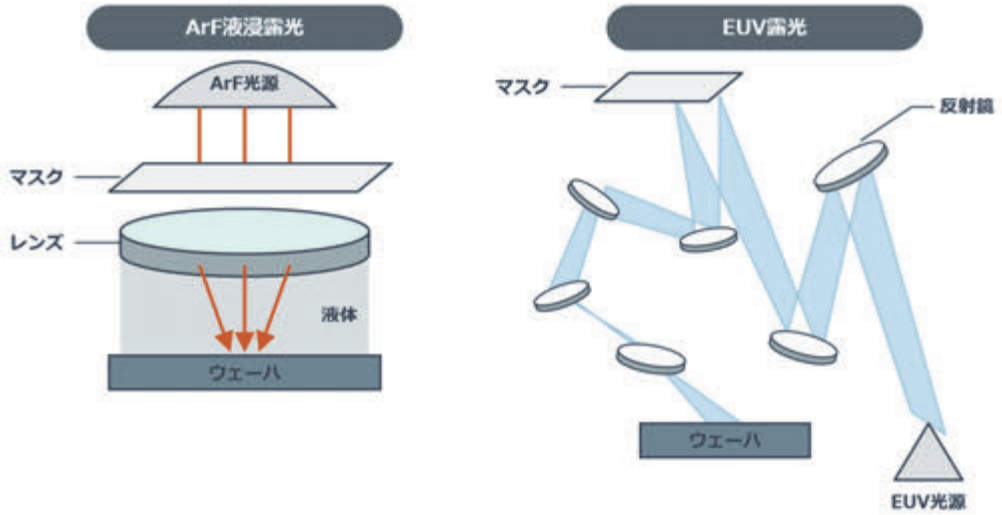

図４：ArF 液浸露光と EUV 露光のメカニズム[14]

したがって、EUV 露光装置ではレンズに代わり、光を反射させて制御する「反射型光学系」への全面的な転換が必要となった。具体的には、モリブデンとシリコンの薄膜をナノメートル単位で数十層も交互に積層した「多層膜ミラー」を複数枚配置し、光を反射させながら縮小し、ウエハ上への回路パターン焼き付けに導く構造をとる[15]。

この多層膜ミラーには、原子数個分のズレも許されないレベルの平坦な超高精度加工技術が要求される。この EUV 露光装置の心臓部に当たるミラー光学系を ASML へ製造・供給しているのが、同社と緊密な戦略的提携を結んでいるドイツのカール・ツァイス（Carl Zeiss SMT）である[16]。

EUV 露光装置とは、光源生成におけるプラズマ物理の制御、真空技術、そしてツァイスが有する「光学制御技術」など、異分野の要素技術を高いレベルで統合した巨大な精密システムである。この精度の高さこそが、「地球上で最も複雑な装置」と呼ばれる所以である。

---

[13] 岡崎・鈴木・上野（2023）p.133 による。
[14] 「フォトリソグラフィの進化形「EUV リソグラフィ」とは？ Rapidus の挑戦」（https://www.rapidus.inc/tech/te0005/）に基づき筆者作成。
[15] 岡崎・鈴木・上野（2023）p.133-135 による。
[16] ハインク(2025)による。

３．先行研究レビュー

3-1. 主要理論

本研究では、小川（2015）のオープン&クローズ戦略と、BCG による PPM、そして Brandenburger,A.ら（1998）のバリューネット理論を軸に、当時の日蘭メーカーを取り巻く産業構造や両社の経営戦略を比較する。

3-1-1. オープン&クローズ戦略

小川（2015）は、製造業のグローバライゼーションにより人や技術が国境を越えるようになったことで、オープン&クローズの戦略思想に基づくビジネスモデル構築や知的財産マネジメントを行うことの必要性を説いた。すなわち、企業は生産・製造技術を収益に結びつけるために、国内に残すべきマザー機能を製品設計や工場に閉じ込めるのではなく、クローズにすべき「コア領域」とオープンにすべき「非コア領域」を見定めて戦略的に使い分けるべきだという。

「オープン&クローズ戦略」における「オープン」と「クローズ」の意味については、以下のように定義している。

- **オープン**：製造業のグローバライゼーションを積極的に活用しながら、世界中の知識・知恵を集め、そしてまた自社／自国の技術と製品を戦略的に普及させる仕組みづくり
- **クローズ**：価値の源泉として守るべき技術領域を事前に決め、これを自社の外あるいは自国の外へ伝播させないための仕組みづくり

小川（2015）によれば、この２つを組み合わせながら大量普及と高収益をグローバル市場で同時実現させるのがオープン&クローズ戦略であるという。

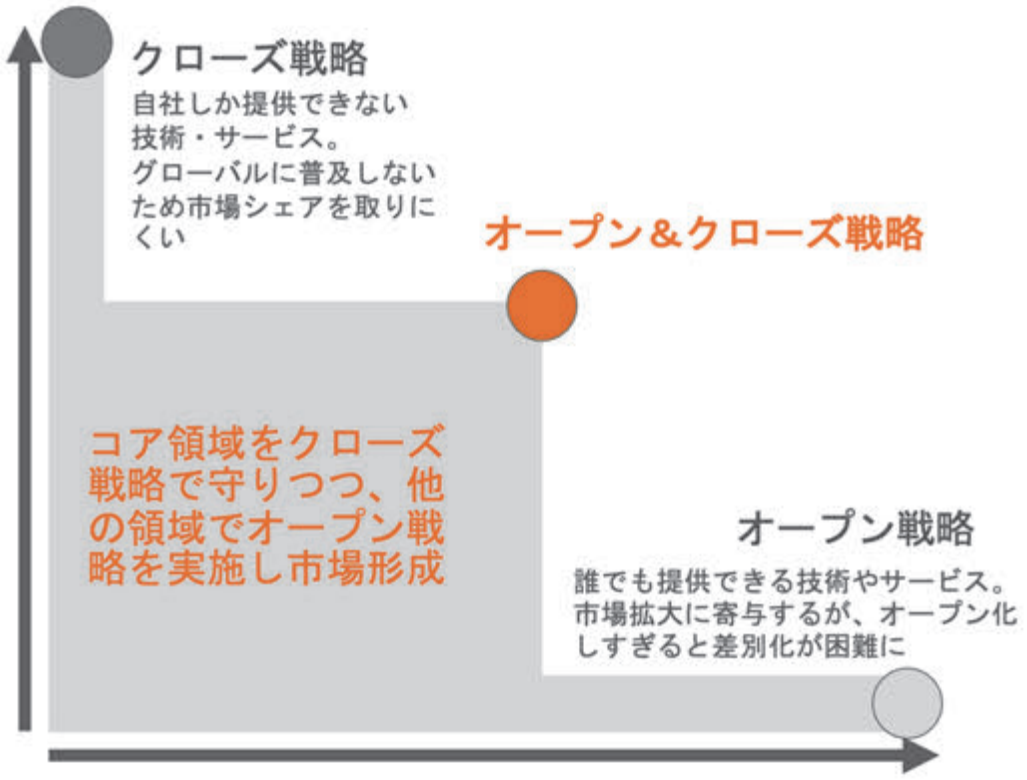

図５：オープン＆クローズ戦略

オープン戦略は市場形成戦略であり、特定の技術・基準などを他社に伝播させることで市場拡大を目指せるが、コア領域もオープンにすると差別化ができなくなる[17]。一方、クローズ戦略だけでは技術・サービスが普及せず、グローバル市場で価値の獲得に貢献できないため、事業目的が達成できない可能性がある。また、多くのリソースと投資を必要とし、回収が困難になる上、短期的な収益性も長期的な競争力も低いレベルにとどまる可能性がある。

つまり、企業はコア領域をクローズ戦略で守りつつ、他の領域でオープン戦略を実施して市場形成を図ることが必要である。本研究では、このオープン＆クローズ戦略を踏まえ、ニコンと ASML における基礎研究とコア技術を切り分けた戦略的マネジメントの実態に迫る。

[17] 小川（2015）による。

3-1-2. プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント（PPM）

PPMを確立したボストンコンサルティンググループのBruce,H.によれば、企業が成功するためには、異なる成長率と異なる市場シェアを持つ製品のポートフォリオを持つべきとされる。

ポートフォリオの構成は、キャッシュフローのバランスによって決まる。市場成長率の高い製品は成長のためにキャッシュの投入を必要とし、反対に市場成長率の低い製品は他事業の投資に回せるよう余剰キャッシュを生み出すべきである。すなわち、企業には高成長製品と低成長製品のポートフォリオの両方が、同時に必要となる。

Bruce,H.によると、キャッシュフローを決定する４つのルールは以下の通りである。

1. マージンと創出されるキャッシュは相対的市場シェア[18]の関数である。高いマージンと高い市場シェアは相関しており、これは「経験曲線効果[19]」によって説明される。
2. 成長には資産を賄うためのキャッシュ投入が必要である。シェアを維持するために必要なキャッシュの量は、成長率の関数となる。
3. 高い市場シェアは獲得するか、買い取らなければならない。市場シェアを買い取るには、さらなる投資の増分が必要である。
4. 製品市場は無限には成長しない。成長からの見返りは、成長が鈍化したときに得られなければならない。その見返りとは、その製品に再投資できないキャッシュのことである。

また、プロダクトポートフォリオには以下４つのカテゴリーが存在する。

- **金のなる木（Cash Cows）：** 高い市場占有率（シェア）と低い成長率を持つ製品。シェア維持に必要な再投資額を超える多額のキャッシュを生み出す。この余剰分は、「金のなる木」の製品には再投資されるべきではない。
- **負け犬（Dogs）：** 低いシェアと低い成長率を持つ製品。会計上の利益が出ても、シェア維持のために再投資が必要でキャッシュが残らない。清算する場合を除いて、本質的に価値がない。

[18] ある製品市場における自社の市場シェアを分子に、自社以外の最大の競合企業のシェアを分母に置いた場合の比率。「事業の強度」を表す。

[19] 累積生産量の増大につれて、単位あたりコストが低下する現象のこと。つまり、競争優位は他社よりも大きな累積生産量を達成することで、相対的に低いコストを実現することから獲得できる。

- **問題児（Question Marks）：** 低いシェアと高い成長率を持つ製品。常に生み出す以上のキャッシュを必要とし、供給されなければ消滅する。花形にならない限り、負債となる。
- **花形（Stars）：** 高いシェアと高い成長率を持つ製品。利益は出るが、必ずしも自らキャッシュを賄えるとは限らない。しかし、花形であり続ければ、成長が鈍化した際に「金のなる木」となり、大きなキャッシュ創出源となる。

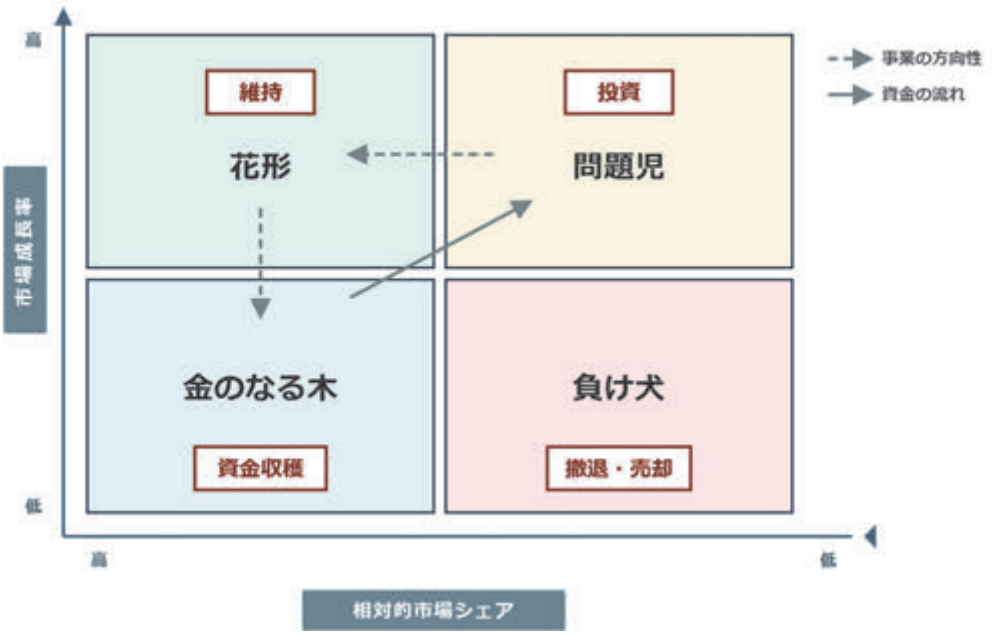

図６：PPM のイメージ[20]

すべての製品はやがて「金のなる木」か「負け犬」になる。つまり製品価値は、成長が止まる前に、主導的にシェアを獲得できるかどうかにかかっている。バランスの取れたポートフォリオとは、将来を確かなものにする「花形」、成長資金を供給する「金のなる木」、そして資金投入により花形へ転換させるべき「問題児」で構成される。「負け犬」に関しては、成長期にリーダーシップを取れなかった、あるいは損失を食い止められなかった「失敗の証」であり、要するに必要がない。

本研究では、PPM をもとに、ニコンの事業ポートフォリオにおける露光装置（精機）

[20] 「PPM とは？企業の多事業戦略を支えるフレームワークを紹介」大和総研 world（https://www.dir.co.jp/world/entry/PPM）に基づき筆者作成。

事業への偏り、カメラという成長事業の存在、そして「金のなる木」の不在が、EUV 露光装置という次世代技術への投資判断にどのような影響を与えたかを分析する。

3-1-3. バリューネット理論

Brandenburger, A. ら（1998）は「競合他社との協力と競争は同時に実現できる」とし、「The Value Net（バリューネット、価値のネットワーク）」という概念を用いて、パートナーとして顧客や供給業者、補完者との関係性を戦略的に再構築することの必要性を説いている。この概念は、企業同士の協業が、単独で動いた場合よりもさらに大きく価値のある市場を生むとしている。つまり成功の鍵は市場というパイを奪い合うだけでなく、こうしたパートナーとの相互利益によって、パイ自体を拡大させることにある。このようにして、市場において同時に複数の勝者が生まれる可能性を主張した。

バリューネットにおいて自社と協業しうる相手としては、以下の４つを挙げている。

- **サプライヤー:** 自社の所属する業界内のあらゆる企業にリソースを提供する。
- **競合他社:** 顧客の視点から見て、自社の製品やサービスの価値を下げてしまうような製品を提供する。
- **補完的生産者:** 顧客の視点から見て、自社の製品やサービスの価値を高める製品を提供する他社（例：コンピュータのハードウェア企業とソフトウェア企業）。
- **顧客:** 自社の製品やサービスを購入する人々。

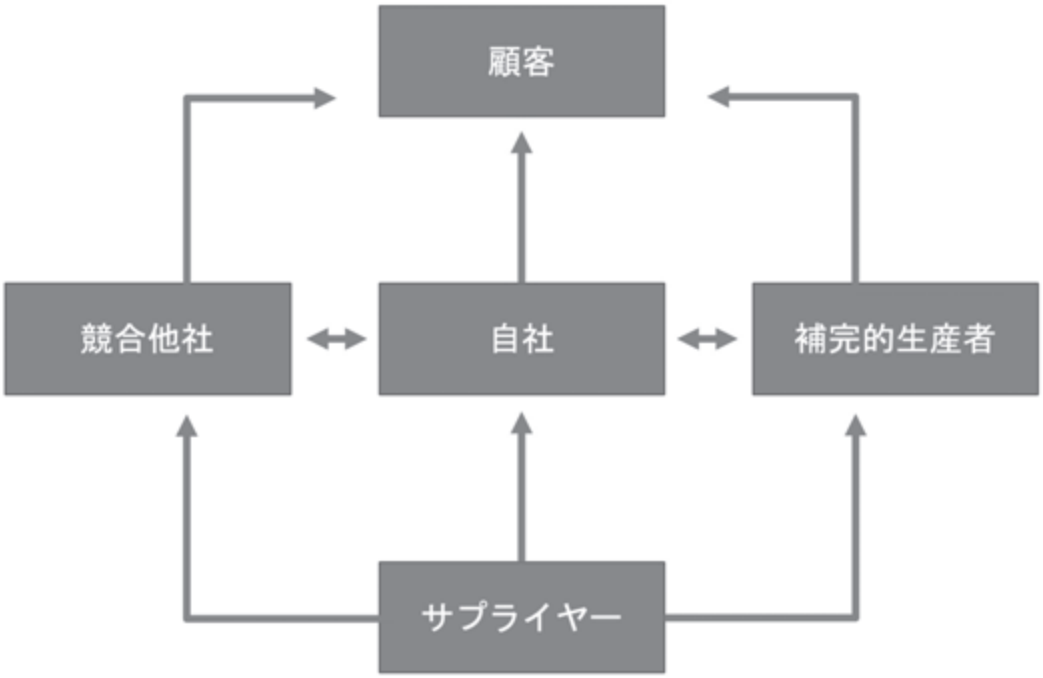

図７：バリューネットにおける企業同士の関係図

（出所：Brandenburger, A. ら(1998)に基づき筆者作成）

また、バリューネットを築き市場を拡大していくためには、以下の５つの要素を活用し、自社に有利な状況を自ら作り出すことが重要だとしている。

- **企業**：競合他社と補完的生産者の構成を変えることができる
- **付加価値**：バリューネットに最大の付加価値をもたらした企業が力を持つ。自社の付加価値を最大化することで、「どの企業が力を持つか」だけでなく、ビジネス自体も変えることができる。
- **ルール**：ビジネスのルールを変えれば、「誰が最も成功するか」に影響を与えられる。ルールとは交渉できるものである。
- **戦術**：バリューネットに属する他社の認識を変えることで、ビジネスの展開を変えられる。戦術は認識を形作るからである。
- **範囲**：一つのバリューネットは、共通の相手や場所を通じて、他のバリューネットと繋がっており、両者は互いに影響を及ぼし合う。自社の競争力向上には、両者の繋がりを活用してビジネスを変革することが求められる。

特に、企業は新しいバリューネットに参入する前に、「現在のバリューネットに所属する企業のうち、自社の参入によって最も利益を得るのは誰か」を考え、その企業に参入費用を負担させる方法を見つけるべきだと論じている。

3-2. 先行研究とのギャップと本研究の位置付け

半導体露光装置産業における国産メーカーの競争力低下については、これまで複数の視点から研究が行われてきた。代表的なものとして中馬（2005）の研究が挙げられる。この研究からは、微細化に伴い露光装置産業の複雑性が増しているために、ニコンなどの強みであった自前の熟練技能に基づくインテグラル（すり合わせ）型の開発が限界を迎えたことが、国産メーカーの競争力喪失に繋がっていることが読み取れる[21]。また、モジュール化やオープンイノベーションの観点から、ASML の優れたサプライチェーン構築を評価する研究も存在する。

しかし、これらの先行研究は「なぜニコンを含む国内露光装置メーカーは自前主義から抜け出せなかったのか」という、本質的問いに十分に迫り切れていない。

本研究は、PPM、オープン＆クローズ戦略、バリューネット理論を掛け合わせることで、この空白を埋めていく。量産化失敗の内部要因については、2000 年代初頭の IT バブル崩壊によるニコンの業績悪化と、それに伴うデジタルカメラ事業などへのリソース分散の必要性が、結果として EUV 露光装置の開発断念に繋がるまでのプロセスを、PPM をもとに実証する。外部要因については、オープン＆クローズ戦略とバリューネット理論を活用し、ASML の持つ大手半導体メーカーや材料メーカーとの強固なエコシステムが、ニコンの自前主義戦略に対しどのように影響したかを検証する。内外どちらの要因も、公的な資料や社史、当時のニコン関係者へのインタビューなどをもとに検証する。

このアプローチは、量産化の失敗を単なる自前主義に帰結させるのではない。本研究では、企業における経営資源の配分制約といった技術戦略の選択肢を狭めうる内部要因に加えて、競合他社の参入障壁という外部要因が生じることで、さらなる自前主義に陥っていくまでのダイナミズムを明らかにすることを目指す。

[21] 中馬（2005）は、半導体露光装置は多くのすり合わせを要する製品だが、完成されるまでのプロセスの複雑性が高く、クローズドなインターフェースでは企業内の英知を結集するスピードが上げられないとしている。

４．分析の対象と方法

4-1. 対象企業

本研究において調査対象としている企業は、株式会社ニコンと ASML Holding N.V. の２社である。以下は両社の概要となる。

表１：分析対象企業の概要（2025・2026 年度）

	株式会社ニコン	ASML Holding N.V.
社名	株式会社ニコン	ASML Holding N.V.
売上高	6,771 億 6,300 万円 ※2026 年３月期 連結	327 億ユーロ（約５兆 4,000 億円） ※2025 年 12 月期 連結
社長名（CEO）	代表取締役 兼 社長執行役員 CEO 大村泰弘	プレジデント 兼 最高経営責任者（CEO） クリストフ・フーケ（Christophe Fouquet）
設立年	1917 年	1984 年
資本金	654 億 7,600 万円 ※2026 年３月末時点	非公開 / 純資産：約 196 億ユーロ ※2025 年 12 月末時点
従業員数	連結：19,928 名 ※2026 年３月末時点	44,175 名 ※2025 年 12 月末時点
本社所在地	日本・東京都品川区	オランダ・フェルトホーフェン
主要取引先	一般消費者、医療・研	TSMC、インテル、サムスン 、SK

	株式会社ニコン	ASML Holding N.V.
	究機関、半導体・FPD メーカー各社 など	Hynix など世界的大手半導体メーカー
事業内容	映像事業、精機事業（半導体・FPD 露光装置）、ヘルスケア事業、コンポーネント事業、デジタルマニュファクチャリング事業	半導体リソグラフィ（露光）装置（EUV、DUV など）、ならびに計測・検査システムの開発・製造・販売・サービス
ミッションとビジョン	**【ミッション】**光の可能性に挑み、未来を変える **【ビジョン】** 人と機械が共創する社会の中心企業	**【ミッション】**パートナーと共に、半導体チップの進化を促す最先端の微細加工技術（ソリューション）を提供する **【ビジョン】**人類の最も困難な課題を解決する画期的なテクノロジーを可能にする

（出所：各社財務諸表に基づき筆者作成）

他にも同市場にはキヤノンをはじめとする有力な露光装置メーカーが存在していたが、本研究において特にニコンを対象として選定した理由は以下の３点にある。

第一に、市場における圧倒的な代表性と実績である。ニコンは 1980 年に初めて半導体露光装置の国産化に成功し、1990 年までには世界トップシェアを獲得した[22]、日本を代表する露光装置メーカーである。本研究が対象とする 1990 年代後半から 2010 年代初頭にかけては、急成長を遂げるオランダの ASML と、世界の半導体微細化競争を牽引する二大巨頭として激しい市場競争を繰り広げていた。したがって、日蘭のトップ企業２社を比較することは、当時の産業構造の変化を捉える上で適切なアプローチである。

[22] 中馬（2005）による。

第二に、アーキテクチャ（システム設計の基本思想）における対比の鮮明さである。藤本（2002）は、製品のアーキテクチャを、「どのようにして製品を構成部品に分割し、そこに製品機能を配分し、それによって必要となる部品間のインターフェース（情報やエネルギーを交換する『継ぎ手』の部分）をいかに設計・調整するか」に関する基本的な設計構想としている。製品アーキテクチャは以下のように定義される[23]。

- **モジュラー型アーキテクチャ**：
  機能と構造との対応関係が１対１（部品＝モジュール）に近く、それぞれの部品（モジュール）が機能完結的である。このため、部品（モジュール）相互間のやり取りもそれほど必要ではなく、モジュール間の連結部分（インターフェース）が比較的シンプルで済む。
- **インテグラル型アーキテクチャ**：
  機能群と部品群の間の関係が錯綜している製品設計思想を指す。機能と部品が「１対１」ではなく「多対多」の関係にあるため、各部品（モジュール）の設計者は、互いに設計の微調整を行い、相互に緊密な連携を採る必要がある[24]。
- **オープン型アーキテクチャ：**
  基本的にモジュラー型製品の一種で、基本モジュールの間のインターフェースが企業を超えて業界レベルで標準化した製品。異なる企業から部品を集めて連結すると、複雑なすり合わせがなくても機能性の高い製品を生み出せる[25]。
- **クローズ型アーキテクチャ：**
  モジュールの間のインターフェース設計ルールが１社内で基本的に閉じている製品。

ニコンは、カメラ事業で培った超精密光学技術をベースに、自社で光ガラスからレンズまでを一貫生産する「クローズ／インテグラル」の極致とも言える戦略をとっていた。これに対し、ASML は装置部品のほとんどがアウトソーシングで、外部の研究機関やサプライヤー網を活用した相対的な「オープン／モジュール（組み合わせ）」戦略を採用していたと考えられる。

同じ露光装置市場の競合でありながら、キヤノンなどと比較しても、ニコンと ASML

[23] 藤本（2002）による。
[24] 藤本（2002）によれば、自動車がその典型である。例えば「乗り心地」機能を実現する特定の部品はないが、タイヤやサスペンションなど複数部品の設計を微妙に相互調整することで初めて、乗り心地の性能を発揮できる。
[25] 藤本（2002）によれば、パソコンやインターネット商品、自転車が該当する。

の２社はアーキテクチャの対極に位置しており、比較事例研究の対象として理論的示唆に富む。

第三に、次世代技術である EUV 開発における当事者性である。ニコンは、日本国内における EUV 技術の国家プロジェクト（ASET や EUVA など）において、露光装置開発の中核を担っていた。技術力や開発のスタートラインにおいて ASML に劣っていたわけではないことから、同じ条件から開発に投資しながらも、量産化の局面でなぜ明暗が分かれたのかという「失敗の本質」を検証する上で、ニコンこそが分析対象として最もふさわしいと判断した。

以上の理由から、本研究ではニコンと ASML の２社を分析対象とし、社史、アニュアルレポート、財務諸表、および先行研究の記述、インタビューを基に、EUV 露光装置量産化の成否を分けた戦略的要因の深掘りを行う。

4-2. 対象の期間

対象期間としては、先述のように 1999 年度から 2011 年度の間[26]を選定した。第一の理由は、ニコンの財務諸表は 1998 年度から公開されているが、1999 年 10 月のカンパニー制導入に伴い、1999 年度[27]から事業区分が大幅に変わっているためである。従来の消費者用精密機器及び産業用精密機器の２部門から、精機、映像事業など各カンパニーを主体とした４部門に変更されている。このため、新区分に基づく決算データを分析に使用することが妥当だと判断した。第二の理由は、同社が EUV 露光装置について「2011 年以降新規の開発を行っていない」[28]ためである。国内での EUV 露光装置産業化の失敗の本質に迫る上で、開発撤退年を終着点として分析することが合理的と判断した。

4-3. 調査方法

本研究における調査方法として、文献調査に加え、対象者への半構造化インタビュー（個別デプスインタビュー）を実施した。このインタビュー調査では、主観性を排除しつつ専門的な知見を多角的に引き出すため、対象者の経歴や専門分野に応じて事前に中核となる質問項目（インタビューガイド）を設定しつつ、実際の対話の流れに応じて柔軟に質問を追加・展開する手法を採用した。

---

[26] 1999 年４月～2012 年３月を対象期間とする。
[27] 1999 年４月～2000 年３月。「年度」と表記する場合は同年４月～翌年３月が対象となる。
[28] 社史 p. 690 の記載による。

具体的な対象者は以下の計５名である。 まず、1996 年１月に姫路工業大学（現・兵庫県立大学）高度産業科学技術研究所の助手に就き、ニコンなどと国産 EUV 露光装置「ETS-1」の設計に関わった兵庫県立大学特任教授・名誉教授の渡邊健夫氏を対象に、1990〜2000 年代当時のニコンや ASML を巡るマクロ的な情勢について聞き取りを行った。また、同時期に ASET など国家プロジェクトへの参画経験を持つ同特任教授の佐藤和史氏にも、当時の開発状況について詳細を聞いた。さらに、両社の開発競争を詳しく知る元ニコン関係者、ASML ジャパン関係者、およびベルギーの国際半導体研究機関 imec の研究者に対してインタビューを実施し、当時の実態に関する証言を収集した。

５．ニコンの内部要因分析

本節では、ニコンが EUV 露光装置を量産化できず自前主義に陥った原因を、ニコン社内における内部要因から分析する。具体的には、当時の同社の財務状況をもとに PPM の考え方を援用し、カメラ事業への投資戦略が EUV 露光装置を含む精機事業に対しどんな影響を与えたかを明らかにする。その上で、当時のニコンが認識していたコア技術を調査し、その特定が EUV 露光装置の量産化目標に対してどのように作用したかを分析していく。

5-1. PPM のロジックを援用した経営資源配分の分析

本研究での分析対象期間にあたる 1999〜2011 年度の間、ニコンの収益構造は大きな転換期を迎えていた。1999 年度当初は半導体露光装置の販売が好調で、波長 248 ナノメートルの強力な紫外線を発生させる「KrF エキシマレーザー」という技術を使った露光装置が主力であり、EUV 露光装置はまだ基礎研究や要素技術開発の段階であった[29]。1999 年度（2000 年３月期）の半導体露光装置を含む精機事業の売上高は 1662 億円で、全社売上高に占める割合は 44.7％と最大であった。一方、カメラや交換レンズ、デジタルカメラを含む映像事業の売上高は 1350 億円で、全社に占める割合は精機事業に次ぐ 36.3％だった。

[29] 特許庁総務部技術調査課（2002）半導体露光装置技術に関する特許出願技術動向調査による。

表２：ニコンの精機事業・映像事業の売上高比較[30]

年度	精機事業売上高（億円）	映像事業売上高（億円）
1999	1662（44.7%）	1350（36.3%）
2000	2305（47.6%）	1762（36.4%）
2001	1949（40.3%）	2195（45.4%）
2002	1311（27.9%）	2703（57.6%）
2003	1566（30.9%）	2833（55.9%）
2004	2125（33.2%）	3542（55.4%）
2005	2423（33.1%）	4157（56.8%）
2006	2919（35.4%）	4488（54.5%）
2007	2908（30.4%）	5861（61.3%）
2008	2199（24.9%）	5965（67.8%）
2009	1501（19.1%）	5695（72.5%）
2010	2086（23.5%）	5964（67.2%）
2011	2481（27.0%）	5871（63.9%）

（出所：同社決算関係データに基づき筆者作成）

2001 年度の精機事業でも全社売上高に占める割合はなお４割だったが、同年度の映像事業の売上高は 45.4%となり、売上高構成比が逆転している。これは 1999 年度に「花形」事業として最大の売り上げを占めていた半導体露光装置の稼ぐ力を、わずか２年後にカメラが上回ったことを意味する。また、同社が 2001～2002 年度にかけて２期連続の最終赤字を計上していることから、そもそもニコンが経営苦境に陥っていた時期だと分かる。

なぜこのようなことが起きたのか。PPM の考え方を援用すると、当初ニコンでは露光装置事業を「花形」に位置付けていたと考えられる。同社によれば、1999 年 10 月に導入したカンパニー制は、「半導体露光装置事業に依存するようになった体質から脱却する」ための組織改革だったとされている[31]。また 1999 年 12 月、同社の「将来ビジョン検討委員会」が提出した答申では「ステッパー（露光装置）事業に続く第４の

[30] カッコ内は全社売上高に占める割合。事業区分はカンパニー制に基づく。精機事業は縮小投影型露光装置や液晶用露光装置を含む区分。いずれの事業も外部顧客に対する売上高を記載。
[31] 社史 p. 493 による。

創業に向け、新たなコア事業の育成が必要」[32]としていたことから、露光装置事業は同社にとって収益の柱であり、コア事業に位置付けていたことも読み取れる。

ところが露光装置事業の業績は、2001 年の IT バブル崩壊の影響で急落する。2002 年度には精機カンパニーの売上高が対前年比で３割減少し、赤字に転落した。また、シリコンサイクル[33]が次のピークを迎える時には露光装置が陳腐化して販売できないという課題もあった。

そこで同社は中期的施策として「損益分岐点を引き下げる」「開発計画の見直し」といった項目を打ち出した。こうした方針転換からは、同社で次第に半導体露光装置事業の優先順位が低下していったことが読み取れる。2000 年代に EUV 露光装置の開発部門に所属していたニコン元社員は、当時の社内の状況を次のように述べている。「すでに DUV 露光装置[34]で利益が出ていたため、EUV 露光装置の実用化なしに会社の未来はない、という危機感は薄かった可能性がある」。

ニコンは 2001・02 年と２年続いた赤字決算を脱却するが、この原動力となったのがデジタルカメラの成長である。当時、カメラ市場はフィルムからデジタルへのシフトにより急成長していたものの、初期のデジカメ市場においてニコンはソニーやキヤノン、富士フイルムなどに後塵を拝していた。2000 年５月時点では、デジタルカメラ市場の販売台数において、ニコンは業界６位だったとされている[35]。このため相対的市場シェアの観点から見れば、「問題児」であったと考えられる。

精機事業の赤字によって安定した収益源に欠けていたニコンにとり、急成長するデジタルカメラ市場への資源集中は至上命題となった。特に、2003 年にライバルのキヤノンが低価格デジタル一眼レフカメラ「EOS Kiss Digital」を投入し市場を席巻したことを受け、ニコンは社運を賭けた対抗策を迫られる。

同社は経営資源を映像事業へ最優先で配分し、2004 年３月にデジタル一眼レフカメラ「D70」を、満を持して市場に投入した。価格を約 15 万円と従来の半額近くに抑えながらも高画質と高速性能を両立した「D70」は、国内外で売り上げを伸ばした[36]。

1999 年度に 1350 億円だった映像事業の売上高は、こうした普及型デジタル一眼レフカメラのヒットやラインナップ拡充によって好調に推移する。2003 年度には黒字転

---

[32] 社史 p. 496 による。
[33] 半導体市場が約 3〜4 年の周期で好況と不況を繰り返す、構造的な景気循環のこと。
[34] ここでは主に液浸露光方式を使った ArF（フッ化アルゴン）露光装置のことで、ArF の特性を活かした 193 ナノメートルの短波長レーザーを使用し、微細な回路パターン形成に適した装置と言われる。
[35] 「＜懐かしのデジタル家電＞ 2000 年５月のデジタルカメラ市場、キヤノン IXY DIGITAL が発売月に首位」BCN＋R（https://www.bcnretail.com/market/detail/20231117_379235.html）による。
[36] 2002〜2003 年度決算短信（連結）による。

換（純利益は 24 億円）し、期末に発売した「D70」のヒットが業績をさらに押し上げたことで、翌 2004 年度の売上高は 3542 億円、純利益は前年比で約 10 倍となる 241 億円へと急拡大した。同事業は、半導体露光装置がシリコンサイクルの谷に襲われた期間も、大きな影響を受けずに成長し、2008 年度には売上高が 5965 億円に膨らんだ。結果的に、同社の映像事業はデジタルカメラが牽引して成長事業となり、安定したキャッシュを生み出す「金のなる木」へと変貌したと位置づけられる。

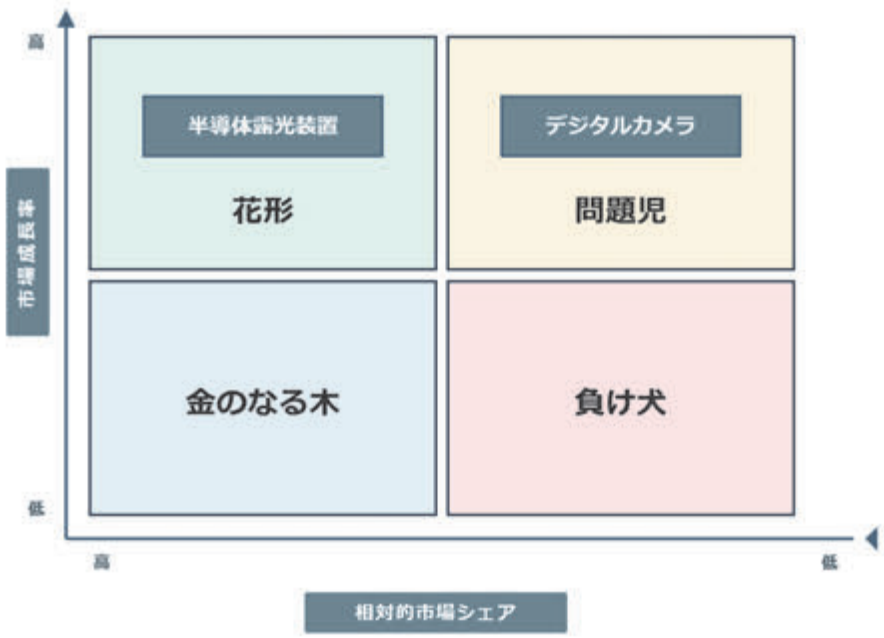

図８：PPM の考え方を援用したニコンの経営資源配分[37]

この映像事業の V 字回復の裏で、PPM のロジックを援用して当時の経営資源の配分を振り返ると、そこには歪みが生じていた。当時のニコンにとって、キヤノンとの競争に勝利し、確実に多くのキャッシュを回収できるカメラ事業への投資の継続は、合理的で優先度の高い選択であった。一方で、半導体露光装置の次世代技術である「EUV（極端紫外線）露光装置」は、開発に数千億円規模の資金を要する上に、いつ実用化して黒字化できるかの目処が全く立たない、不確実な賭けだった。

[37] 「グロースシェア・マトリクスとは何か」BCG（https://www.bcg.com/ja-jp/about/overview/our-history/what-is-the-growth-share-matrix）に基づき筆者作成。

結果として、目先のドル箱であるデジタルカメラへのリソース配分と、一時的な黒字回復により、EUV 開発への優先度を低下させたと考えられる。PPM の考え方を参考にしつつ、経営資源の選択と集中という合理的な判断をしたことで、次世代技術への投資が後回しとなり、長期的には ASML への敗北を決定づける内部要因となったのである。

5-2. コア技術への固執

ニコンの社史の記述を見ると、同社はコア技術を「光学技術」と明記している[38]。KrF エキシマレーザーなどの技術を使った従来の露光装置では、レンズを何枚も重ねて光を屈折させ、シリコンウエハ基板上に回路を焼き付ける仕組みで、露光装置開発ではこの「レンズを使った光学系技術」が最重要とされていた。同社の研究開発体制はこのコア技術を最大限生かすために何度も改革を重ねており、たとえば 2002 年に社内に設立した「コアテクノロジーセンター」には「光学技術本部」置いて独自技術開発を強化した。翌年には精機カンパニーのレンズ部門と設備開発部門を統合・再編し、レンズ技術開発部、レンズ部、生産技術部を新設。その目的を「レンズ・設備系の要員を全社的に活用するため」としている[39]。

そんな中、2004 年 12 月に同社は高品質なガラスレンズを生産する企業「光ガラス」を完全子会社化した。買収で高純度のガラス素材を自社で抱えたことは、まさにコア技術をクローズ戦略で守る狙いがあったと考えられる。ニコンは買収について、「製品付加価値を高めて高品質の製品をグループ内外に供給できる体制を整えることで、光学材料分野での競争力を高めることを目的とした施策」だとしている[40]。

一方で、EUV 露光装置の開発は「ミラーを使った光学系」が中核技術となる。なぜなら、EUV の波長は 13.5 ナノメートルと極端に短く、光があらゆる物質に吸収されるため、従来型露光装置で使われたレンズを通すことがそもそも不可能である。よって、極めて平滑な「多層膜ミラー」という何層も重なった鏡を光学系に使い、光を導く必要がある。これは従来とは全く異なる技術であり、ニコンがコア技術として特定した「レンズ」が、EUV 露光装置の量産化の文脈では過去の遺物となってしまったことを示す。

しかし、この技術的なパラダイムシフトに直面しても、ニコンの組織は柔軟な方向転換を選択できなかった。むしろ、光ガラスの完全子会社化や組織再編によって光学

[38] 社史 p. 524-525 による。
[39] 社史 p. 513-525 による。
[40] 社史 p. 532 による。

材料を内製化するために、密にすり合わせることに固執した。当時 EUV 露光装置の開発に関わっていた元ニコン関係者は「自分自身、自前にこだわる傾向があった。技術の追求と商売は別物だが、割り切りは難しい」と語る。

結果として、コア技術へのこだわりが組織の認知をかえって硬直化させた。EUV という未知の領域に対しても、ニコンは投影光学系やステージ、ソフトウェアなど露光機のほぼ全ての要素技術を自社で抱え込む垂直統合（クローズ／インテグラル）の手法に拘泥し続けたのである。兵庫県立大の佐藤氏は「光学系を売りにしているためレンズの性能は高いと考えられるが、ウエハの位置合わせや露光処理という全体の生産性の面への着目が遅れていたのではないか」と述べている。

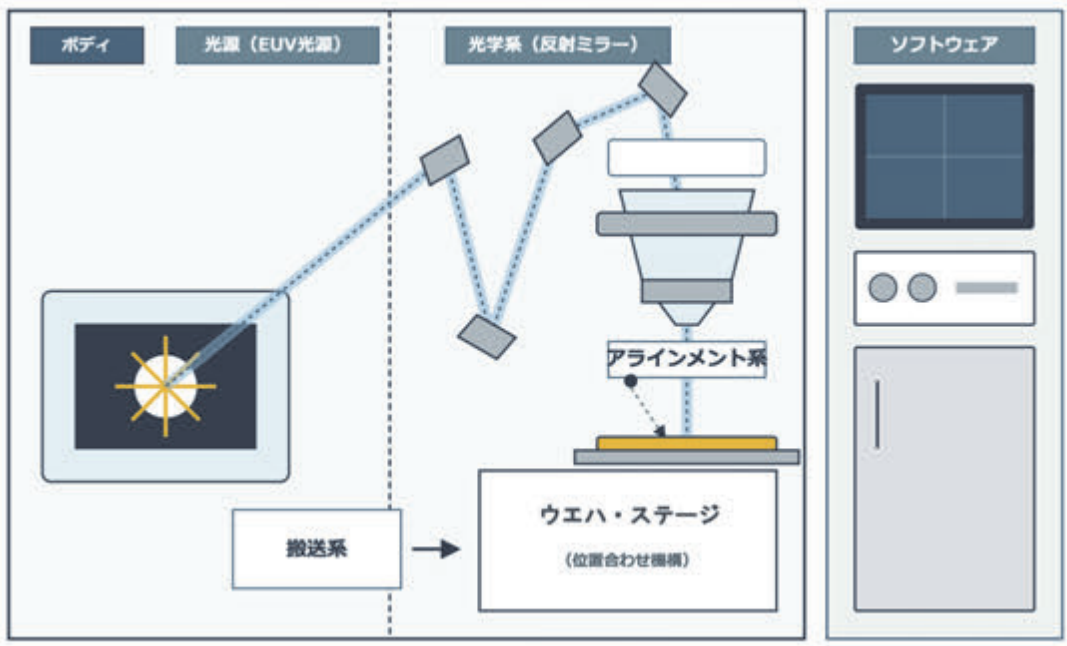

図９：EUV 露光装置の基幹ユニットのイメージ[41]

[41] 「【完全図解】High-NA EUV とは？2 ナノメートル世代を支える「次世代の主役」を徹底解説」AI インフラ Lab（https://aiinfra-lab.com/semiconductor-process/pre-process/727/）に基づき筆者作成。

表３：EUV 露光装置の基幹ユニット

基幹ユニット	役割
光源	光の発生源
照明系ユニット	光源から出た光の束を制御・調整しつつ回路原板であるレチクルあるいはフォトマスクまで持ってくるユニット
ステージ	レチクルが置かれる場所（レチクル・ステージ）とウエハ（基板）が置かれる場所（ウエハ・ステージ）
投影光学系・ユニット	レチクルに当たった光をレジスト（感光剤）が塗布されているシリコンウエハ上に縮小投影・結像させるためのユニット
搬送ユニット	レチクルやウエハそのものをレチクル・ステージやウエハ・ステージまで搬送し装着させるためのユニット
アラインメント系・ユニット	露光の際に光の軸を基準にしてオートフォーカスさせるユニットやステージの位置合わせを行ったりするためのユニット
ボディ	ユニット全体を支える
ソフトウェア	諸々の基幹ユニットを最適に制御する

（出所：中馬・青島（2002）に基づき筆者作成）

こうした過去の成功体験への固執がコンピテンシー・トラップ[42]となり、EUV 露光装置量産化という未知の課題に対しても自社の技術力だけで解決しようと試みたと考えられる。通常はプロセスが繰り返し実行されることで社員の習熟度は高まり、より精緻になる。ところがコンピテンシー・トラップが起きている状況では、成果が客観的に見えるようになると、そのプロセスへの依存がさらに高まる。つまり企業は強みに依存すると、他の方法を探索しなくなり、強みを固定化してしまうリスクがある。ニ

[42] Barbara, L. ら（1988）によれば、「過去に慣れたプロセスで得た良い成果が、組織にそのプロセスに関する経験を蓄積させ、結果的により優れたプロセスに関する経験が十分に活用できる水準に達しないまま留まる」状態を指す。その結果、組織に最適ではないプロセスや技術を継続させてしまうとしている。

コンでは、「露光装置のコア技術＝レンズを使った光学系」というプロセスと価値基準が組織の中で固定化され、本来の強みであったはずの技術力が EUV 露光装置の量産化という観点では弱みになってしまった可能性が高い。その結果、外部の知やエコシステムを頼るという選択肢は組織的に排除され、自前主義的思考がさらに加速したと推察される。

5-3. 内的要因による自前主義の加速

本節において、ニコンでは PPM 最適化とコア技術への固執という内部要因が、同社内における自前主義を加速させ、EUV 露光装置の量産化失敗を招く一因となったことが明らかになった。次節では、ニコンの競合である ASML の戦略を主軸に、ニコンが量産化競争に敗北した原因を外部要因の観点から分析する。

６．ニコンの外部要因分析：ASML による参入障壁の構築

自前主義に徹したニコンに対し、ASML はオープン＆クローズ戦略を取ることで他社を巧みに巻き込み、バリューネットに基づくエコシステムを構築した。本節では、同社がこのようにニコンに対し参入障壁を構築していく過程をポジショニング・アプローチによって明らかにする。

第３節で述べた通り、小川（2015）によれば、オープン＆クローズ戦略における「オープン」と「クローズ」の定義は、次のようなものであった。

- **オープン**：製造業のグローバライゼーションを積極的に活用しながら、世界中の知識・知恵を集め、そしてまた自社／自国の技術と製品を戦略的に普及させる仕組みづくり
- **クローズ**：価値の源泉として守るべき技術領域を事前に決め、これを自社の外あるいは自国の外へ伝播させないための仕組みづくり

では、ASML はどのようなオープン＆クローズ戦略をとっていたのか。具体的には、国際半導体研究機関 imec との基礎研究での協業、TSMC やインテルを巻き込んだ顧客共同投資プログラムと、ツァイスとの排他的契約によるコア技術の囲い込みが挙げられる。本節では、こうしたオープン＆クローズ戦略の具体的内容と、同戦略を入り口とした強固なバリューネットの構築について論じていく。

6-1. オープン：国際半導体研究機関 imec における基礎研究の戦略的協業

ASML は創業当初から、国際半導体研究機関 imec と半導体露光装置の研究体制において協業してきた。imec は 1984 年にベルギー・フランダース州の独立研究機関として設立され、現在では 100 カ国以上から集う約 6000 人が半導体プロセス技術などの研究開発に関わるとされる。ASML では 1999 年時点ですでに、imec の関わる欧州の共同研究プログラムに参加し、研究資金を得ていたと言われている。また 2003 年には imec へ世界初の 157 ナノメートル露光装置を出荷するなど、2000 年代初頭には極めて密接な協力関係が確立されていた。よって以下は、ヒト（人材）、モノ（部品や設備）、カネ（資本）、情報（技術やノウハウ）の観点で協力体制の密接さを整理していく。

まず、ヒトの面では、両者間において人的交流と共同研究が盛んに行われていた。2006 年、ASML は世界初の試作・評価用 EUV 露光装置「Alpha Demo Tool」を製造し、imec に納入した[43]。imec はこの装置を核として「EUV アライアンスプログラム」を立ち上げた。すると ASML の技術者だけでなく、インテル、TSMC、サムスン、さらにはレジスト・マスクなど材料メーカーの補完的プレイヤーが imec に集結し、「ASML の EUV 機材上で次世代プロセスを開発する」というデファクトスタンダード[44]を形成する共同チームが構築された。imec という共同研究の場は、同機関の研究者から、ASML の技術者やその顧客に当たる半導体メーカーのエンジニアに至るまで、多種多様な企業から成るエコシステムを構築していたといえる。

モノの面では、ASML から imec へ装置提供が頻繁に行われた。特に ASML は、EUV という次世代技術の実用化に先立ち、プロトタイプやデモ機をまず imec に設置する戦略をとった。そうすることで、川上から川下までのあらゆる半導体関連メーカーを集め、共同で技術検証を行う体制を整えていたのである。2003 年の 157 ナノメートル露光装置納入に続き、2004 年には量産前の液浸露光装置を納入し、検証を実施した[45]。

さらに、カネの面では、両者協業にかかる資金を欧州連合（EU）や各国政府の補助金プログラムで支えていた。こうした補助金は、ASML の製品を研究機関へ導入する際の原動力になった。また、ASML は公的機関や民間企業とのパートナーシップ、さらにコンソーシアムにも関与し、研究開発費を配分して共同開発した技術の所有権やライセンスを確保する共同投資戦略をとっていた。imec でメーカーと共同プロジェクトを

[43] 2007 年度年次報告・「ASML，「Alpha Demo Tool」出荷に続き，試作用 EUV 露光装置も受注」日経クロステック（https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20061017/122347/）による。
[44] 公的な機関ではなく、市場の競争や多くの人による利用を通じて、事実上の業界標準となった状態。
[45] 2004 年度年次報告による。

行う際には、参加メーカーは6000万〜１億円の費用を支払う必要があるため[46]、ASML１社では難しい大規模な研究開発も協業によって実施しやすい状況だったと考えられる。

ASMLは度々、川上の半導体材料メーカーや川下の半導体メーカーとの情報交換も行なっていた。EUV露光装置については、先述のように2006年に世界初のデモ機をimecに出荷している。これにより、顧客の半導体メーカーがimecで早期の研究開発に携われる環境が整った。ここでは、半導体材料のフォトレジスト[47]などのメーカーがデモ機を使って最新技術をテストできる環境を整備した。ASMLはこうしたメーカーと目標を共有するだけでなく、最新装置のスペックに合わせた材料のカスタマイズも要求していた。ASMLはデモ機の提供で、材料メーカーのスペックも底上げする狙いがあったと考えられる。

このようにして、ASMLは資金面で支援を受けながら、最先端装置をimecに提供し、世界中の半導体メーカーや材料メーカーと共に次世代プロセスの標準化を進めるという、強固な協力体制を築いた。重要なのは、ASMLが非コア領域にあたる基礎研究において、こうした協力体制を重視した点である。EUV 露光装置は研究開発から量産化まで 30 年ほどかかっており、特に基礎研究段階からメーカー各社がノウハウを共有することが、量産化実現に不可欠だったと考えられる。ASMLはこうした基礎研究段階でのヒト・モノ・カネ・情報の共有の必要性を見込んで、imecとの積極的協業を推進した可能性が高い。

imecに10年近く勤め、EUV露光装置の量産化前からASMLと関わりのある研究者は、imec における同社の役割を次のように語る。「ASML の顧客は imec に設置された露光装置を自由に使い、問題が生じればすぐに伝える。同社はこうした顧客の疑問に対して迅速に答え、答えられない場合は装置を試してもらうことでパートナーシップを築いている」。研究者の話からは、実際にimecをハブとして川上から川下までのメーカーに協力的な環境が構築されていることが読み取れ、こうした環境の存在が ASML の強みとなっていることが分かる。

6-2. クローズ：ツァイスとの排他的契約によるコア技術囲い込み

オープン＆クローズ戦略を活用した競争力の構築には、非コア領域をオープンにする一方で、コア領域をクローズ化する必要がある。ASMLでは、とりわけコア技術のク

[46] 中馬・青島（2002）による。
[47] シリコンウエハ上に塗布する感光性樹脂材料。

ローズ化を、ドイツのツァイスと排他的契約を結ぶことで実現していた。両社は、1997年にはすでに製品の研究、設計、計画、製造、価格設定、およびカスタマーサポートなど全般的な協力関係を定義する独占的な戦略的提携契約を締結していた[48]。従来型露光装置が主力製品だった頃から、ツァイスは ASML に対しレンズやその他の重要な光学コンポーネントを供給する唯一のサプライヤーだったとされている。ASML の売上原価に占めるツァイスからの購入額の割合は非常に高く、2007 年には約 40%を占めていた[49]。

EUV 露光装置の心臓部はまさに「多層膜ミラーを使った光学系[50]」であり、先述のようにこのミラーには、原子数個分のズレも許されないほどの平坦な超高精度加工技術が求められる。ツァイスはこのミラー光学系も ASML へ独占的に製造・供給しており、資本関係がない独立した企業体でありながら、排他的な提携を結んだ点で、両社の協業は極めて異例だと言える[51]。光学系はツァイスの半導体製造技術部門が生産しており、ASML のみに供給されている。実際に ASML の年次報告では、各年代において「ツァイスは唯一のサプライヤー」と記され、両社のパートナーシップの原則は「二社で一つのビジネス」とされている。さらに、ツァイスからの供給が途絶えた場合は「実質的にビジネスを継続できなくなる」とさえ述べている。

ハインク（2025）は、両社の密な関係性を次のように表した。

> 製造現場に行くと、ツァイスと ASML が一つの会社のように感じることがある。プロジェクトチームはオランダ人とドイツ人が混在し、オーバーコッヘン[52]では毎日数十人の ASML 社員が働いている。彼らは非常に複雑な装置の心臓部の構築に共同で着手した。このプロセスは両陣営の絆を育むものだった。（ハインク、2025、p.160）

ツァイスの光学系を使えば、ASML は EUV の光をミラーで捉えることができ、チップ表面に回路パターンを転写できる。つまり、ツァイスがなめらかなミラーを作り、ASML がそれを装置に組み込めるかどうかが、EUV 露光装置の量産化のカギとなっていた。

---

[48] 2004 年度年次報告による。
[49] 2007 年度年次報告による。
[50] モリブデンとシリコンの薄膜をナノメートル単位で数十層も交互に積層した「多層膜ミラー」を複数枚配置し、光を反射させながら縮小し、ウエハ上に回路パターンを焼き付ける機構。
[51] 当初資本関係はなかったが、ツァイスからレンズを納品してもらう代わりに、ASML は無利子の前払金や貸付金で事業資金を継続支援した。その後、2016 年にツァイスへ 10 億ユーロ（約 1140 億円）を投じ、株式の 24.9%を保有する。
[52] ドイツにあるツァイスの本社のこと。

ASML はこのことを理解していたからこそ、ツァイスと独占契約を結び、同社の半導体製造技術部門には ASML とまるで同一の会社であるかのように設計と製造体制を取らせたと推察される。このようにして、ASML はツァイスの技術を取り込み、「露光装置の心臓部の安定供給」という価値を専有したと考えられる。

6-3. クローズ：「顧客共同投資プログラム」による資金の囲い込み

EUV 露光装置の開発費用は一般的に数千億円を要すると言われている。半導体露光装置の基幹ユニットは、５節で述べたように膨大な要素技術から構成されるためである。

実際に 1999〜2011 年度の ASML 全社売上高とニコンの精機事業売上高を比べると、実は 2001 年度までは大きく差が開いていない。

表４：ニコンと ASML の売上高比較[53]

年度	ニコンの精機事業売上高（億円）	ASMLの全社売上高（億円）	推移
1999	1662	1453	ニコンがリード
2000	2305	2175	ニコンがリード
2001	1949	2005	拮抗
2002	1311	2313	ＡＳＭＬが引き離す
2003	1566	2021	
2004	2125	3314	
2005	2423	3460	
2006	2919	5233	
2007	2908	6078	ＡＳＭＬがニコンの２倍に
2008	2199	4504	リーマンショックで共に下落
2009	1501	2080	
2010	2086	5243	ＡＳＭＬがニコンの２．５倍に
2011	2481	6273	

（出所：両社の財務諸表に基づき筆者作成）

ところが、その翌年度以降から両社間の売上高は大きく差が開き始める。ニコンが EUV 露光装置開発から撤退したと考えられる 2010～2011 年度には、ASML の全社売上高がニコンの精機事業売上高の 2.5 倍になっている。本業の儲けを示す営業利益で比較すると、ニコンの営業利益を、会計基準変更後の参考値である 83 億円（営業利益率 4.0%）で計算した場合でも、ASML の営業利益はニコンの 17.5 倍に達している。この

[53] ニコンは映像事業やインスツルメント事業など多角化しているため、露光装置事業のみの ASML となるべく条件が揃うよう精機事業売上高を抽出し比較している。ASML の売上高に関して、為替レートの算定は「Currency Conversions: EURO Exchange Rate: Spot, End of Period: EUR: National Currency for Japan」FRED（https://fred.stlouisfed.org/series/CCEUSP01JPA651N）に基づく。なお 2001 年以降の同社売上高は、SVG 社との合併に伴う遡及修正および会計方針の変更（収益認識基準など）を反映した最新の報告書数値を優先して使用した。

ことから、ASML の稼ぐ力がニコンを大きく上回っていたことが分かる。これは、ASML が ArF 液浸露光装置で大手半導体メーカーを主要顧客としたことで高いシェアを確保し[54]、27.7%の利益率を実現していたのに対し、ニコンは構造改革の途上で利益率が低迷していたためである。単なる規模の差以上に、売り上げから利益を生み出す効率において ASML がニコンを凌駕していたと言える。

それでも、ASML にとって数千億円もの開発費を捻出することは容易ではなかったはずである。同社はどのような方法で資金調達をしていたのか。

今回の分析対象期間からは外れるが、2012 年に同社の戦略を特徴づける資金調達プログラムを実施した。「顧客共同投資プログラム」といい、まずは大手半導体メーカーの TSMC、サムスン、インテルに 38.5 億ユーロ（約 4000 億円）、計 23%に上る自社株を購入させたのである[55]。インテルから 15%、TSMC から５%、サムスンから３%の株式を取得したことで、大規模な資金調達を実現した。さらに、３社は 2013 年から 2017 年までの５年間にわたり、EUV など次世代技術の開発費として 13.8 億ユーロの拠出を決めた。ASML は出資と引き換えに、これらの半導体メーカーが EUV 露光装置を先行導入できるよう約束した。

約束通り、ASML は 2013 年には量産化に向けて試作機を３社へ優先的に使わせた。重要なのは、EUV 露光装置を使った半導体チップの本格生産開始前に半導体メーカーが装置の問題点を洗い出すための試験運用をしていたという点である[56]。大手メーカーは実際に ASML から装置に関する課題の報告を受けており、それに対してフィードバックを返していた可能性が高い[57]。同社の調達方法は、資金確保という目的の達成に限らず、大手半導体メーカーのバックアップのもと自社装置のスペック向上に繋げていた点で、非常に戦略的だと言える。この大手３社と ASML の間のクローズドな資金面の囲い込みが、ASML が 2019 年に量産化を実現する原動力となった。

6-4. ASML を中核とする強固なバリューネット・参入障壁の構築

これまでの事実を理論的に整理すると、ASML が巧みに川上の材料メーカーや川下の大手半導体メーカーを巻き込んでエコシステムを構築したこと、そしてそれが結果的

---

[54] 2009 年度年次報告によれば、ASML の露光装置市場における売上高ベースのシェアは約 68%に達していたという。2010 年度には世界シェア上位 10 位の半導体メーカーすべてが ASML の顧客になり、先端プロセスの立ち上げには同社の装置が不可欠となった。

[55] 2015 年度年次報告とハインク（2025）p. 221 による。

[56] ハインク（2025）p. 234 による。

[57] 2010 年度年次報告によれば、ASML には顧客満足に特化したチームが存在し、顧客からのフィードバックを組織全体で共有する仕組みが構築されていた。

にニコンを含む競合の追随を許さないほど強固な参入障壁となったことがわかる。

先述のように、バリューネットとは競合他社と協力することで価値を共創する「価値のネットワーク」である。ASML はこのネットワークを巧みに操り、自社を単なる装置メーカーではなく、エコシステム全体の設計者として位置付けたと考えられる。すなわち、imec というオープンな基礎研究の環境を活用し、共同研究に参加する川上にあたるレジストなどの材料メーカーを、自社の装置のスペックを高める「補完的生産者」と位置付けた。ASML は同時に、川下にあたる大手半導体メーカーにとっての「補完的生産者」、つまり「顧客の半導体チップの回路パターン微細化と収益性向上を後押しする存在」として戦略的に振る舞ったのである。

6-4-1. 川上（材料メーカー）の補完的生産者化

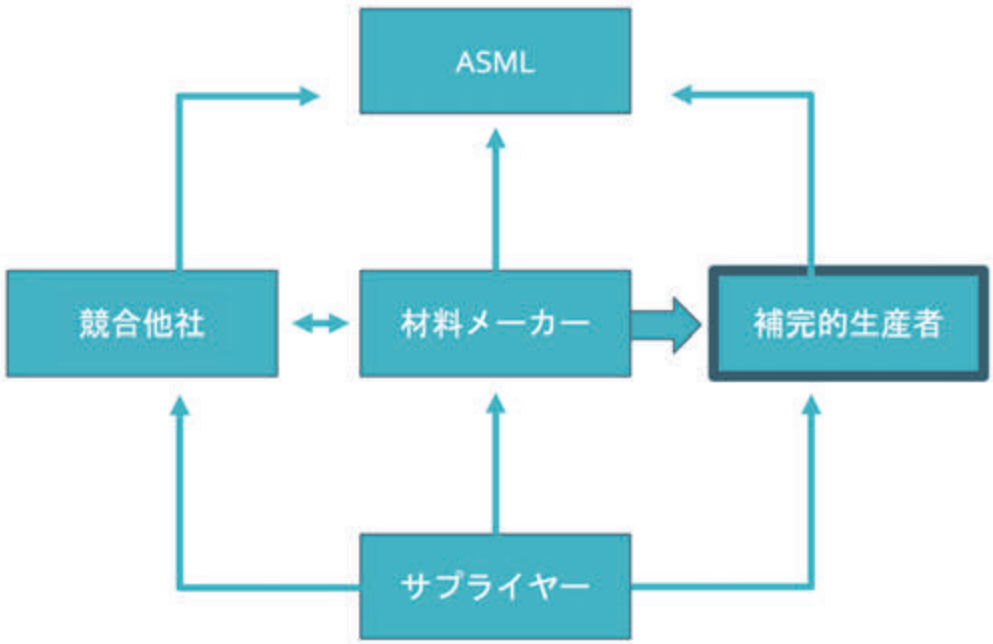

図 10： ASML を取り巻くバリューネット①

（出所：Brandenburger, A. ら (1998) に基づき筆者作成）

ASML にとって、レジストなどを提供する材料メーカーは、自社装置の性能を最大限に引き出す「補完的生産者」である。例えば、次世代技術である EUV 露光において、装置だけが完成しても、それに反応する高感度な材料がなければチップは製造できない。imec で共に基礎研究を行う材料メーカーにとり、ASML は重要な顧客である。ASML

は顧客としての立場から見て、川上の材料メーカーを「自社の製品やサービスの価値を高める製品を提供する」補完的生産者に位置付けたために、量産化に向けて材料自体のスペックを迅速に上げるよう協力を仰いだと考えられる。実際、ASML には材料メーカー担当の窓口や研究者が存在し、経営トップ層とも情報連携して仕様化に繋げる仕組みが存在するため[58]、経営判断から現場の技術開発へと素早く繋げている。

つまり、EUV 露光装置の量産化における目標の共有や、その達成のために必要な技術改良などを材料メーカーに共有した。そして材料メーカーには、「imec で ASML の最新の装置を試せる」という強いインセンティブが存在したため、EUV 露光装置の基礎研究段階から同社と協力体制を築くことに同意したのである。これにより、材料メーカーは「装置のスペックに合わせた材料開発」が可能になり、ASML もまた「材料の進化に合わせた装置の改良」を行えるという、強固な協力体制が築かれた。

6-4-2. 川下（半導体メーカー）に対する自社の補完的生産者化

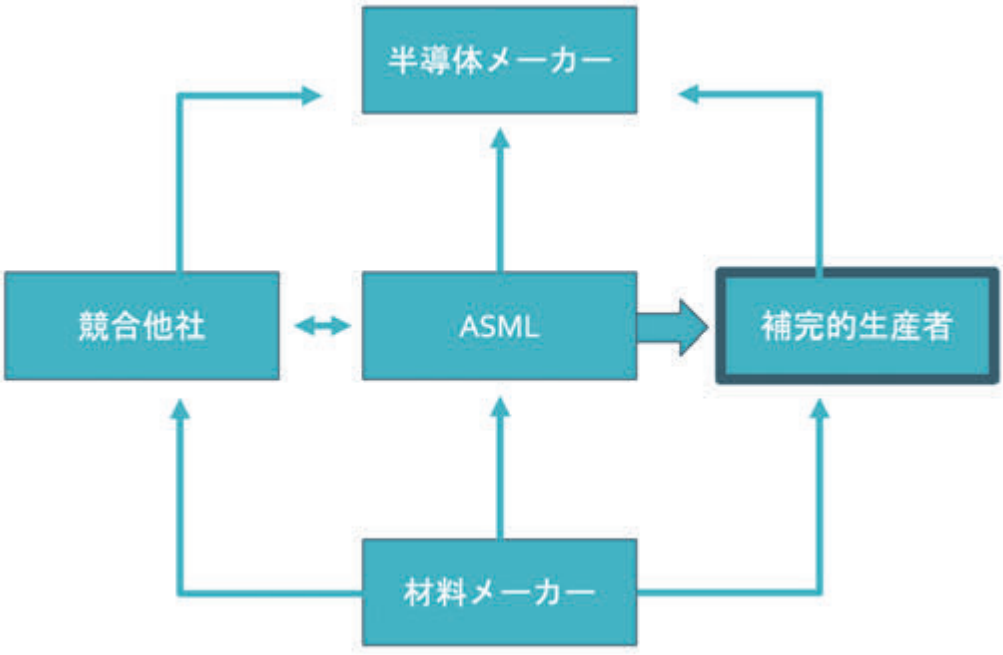

図 11： ASML を取り巻くバリューネット②

（出所：Brandenburger, A. ら (1998) に基づき筆者作成）

[58] ASML ジャパン関係者インタビューによる。

一方でASMLは、顧客である半導体メーカー（インテル、TSMC、サムスンなど）にとっても、彼らの「微細化ロードマップ」を実現するために不可欠な「補完的生産者」として振る舞った。これらの大手半導体メーカーが ASML にとって最重要顧客であることを認識した上で、同社のEUV露光装置が顧客にとって「製品やサービスの価値を高める不可欠な製品」であり、出資する価値が十分にあることを売り込んだ可能性が高い。

またASMLが提唱する「Value of Ownership（所有価値）」というコンセプトは、単なる装置の販売ではなく、顧客のチップ1個あたりの製造コストを下げ、競争力を高めることに主眼を置いている[59]。このため、大手半導体メーカーにとってもASMLと組むことは収益性を高める大きなチャンスであり、バリューネットに加わるインセンティブが高かったと考えられる。

このようにして、ASMLはバリューネットを活用した「補完的生産者化」という戦略的な立ち回りにより、自社の付加価値を最大化し、ニコンの「自前主義ビジネスのルール」よりも強固なエコシステムを築いた。ASMLジャパンの関係者は、「当社は常に、材料メーカーだけでなくデバイスメーカーとも量産化に向けて必要なものは何か、そして課題解決のために何ができるのかをすり合わせてきた」と語る。ASMLが長期間かけて構築したエコシステムの存在は、ニコンなどの国産露光装置メーカーを他社と組みにくい状況に追い込み、いっそう自前主義に陥らせる結果を招いた。このため、ASMLの市場シェア独占を導いた成功要因であった。元ニコン関係者は、「量産化のような大きな成果を1社で得るのは無理だった」と述べている。

以上より、ASML は imec という場を介して川上の材料と自社の装置、そして川下の顧客ニーズを基礎研究段階から同期させていた。この重層的なバリューネットの構築は、ニコンなどの競合他社に対する参入障壁として作用し優位に立ったことで、EUV露光装置を量産化に導いたと推察される。

7．内・外の相互作用による「構造的ロックイン」のメカニズム

5・6節では、「PPMによる資金制約とコア技術（ガラスレンズ）への固執」というニコンの内部要因だけでなく、ASML による imec でのオープンな基礎研究やツァイスとのクローズドな独占契約といった外部要因との相互作用が、ニコンのEUV露光装置

[59] 2000年度年次報告による。

量産化の失敗に繋がったことを分析した。



図 12： ニコンの量産化失敗の本質的要因

ここで、失敗のメカニズムを上記のように図解してみると、ニコンの経営判断ミス（内部要因）に対し、ASML によるエコシステムを使った参入障壁（外部要因）が包囲網となっていることがわかる。特筆すべきことは、ASML がツァイス社を取り込み、顧客の大手半導体メーカーを技術面や資金面で味方につけたことで、ニコンは外部からミラー光学系の技術供与や大型資金調達を受けることが実質不可能になり、自前主義からさらに抜け出せない状況に追い込まれたということである。この内部・外部の相互作用による構造的ロックインこそが、量産化失敗の本質的要因だと考えられる。

8．考察

本研究は、日蘭の半導体露光装置メーカーの戦略比較を通じて、EUV 量産化の成否を分けた要因を検証した。ASML がオープン＆クローズ戦略によって世界中の企業のノウハウや資金を統合したのに対し、ニコンがなぜ「クローズド／インテグラル」な自前主義から脱却できなかったのか、その背景を両社の社史および財務データ、当時の関係者インタビューから考察した。

分析の結果、ニコンの量産化失敗の本質は、単なる技術力の劣後ではなく、「自社 PPM への過剰最適化」と「物理的コア技術への固執」という内部要因と、「ASML による参入障壁の構築」という外部要因の産物であることが判明した。

まず内部要因については、2001 年の IT バブル崩壊後の限られた財務資源の中で、

ニコンはカメラ事業に経営資源を集中せざるを得なかった。同時に光ガラスからの一貫生産という過去の成功を支えたコア技術「ガラスレンズを使った光学系」への自負が、EUV 露光装置の中核技術であるミラー光学系という新パラダイムへの抜本的な転換を阻んだといえる。

外部要因に関しては、競合の ASML がバリューネットを駆使し、imec で共に基礎研究をしていた材料メーカーを「自社にとっての補完的生産者」に位置付けながら、自らを「大手半導体メーカーにとって不可欠な補完的生産者」として巧みに売り込んだ。このように川上と川下を巻き込んだエコシステムを構築したことが、結果的にニコンにとって参入障壁となった。

これらの内部要因・外部要因が相互に作用した結果、ニコンの自前主義は加速し、最終的には環境変化に対するパラダイムの硬直化を招き、EUV 露光装置の開発撤退に繋がったと考えられる。

本研究が提示する実務的示唆は、企業が基礎技術を量産化するには、自社技術の研鑽という内部資源の強化と、外部資源の取り込みを統合する高度な戦略性が不可欠であるということだ。藤本（2024）が論じるように、クローズド／インテグラル（すり合わせ）を強みとしてきた日本企業は、往々にして自前主義の罠に陥りやすく、競合他社が形成する外部のエコシステムから隔絶される傾向にある。これにより、技術開発で先行していても量産化のスピードと規模で劣後し、歴史の浅い海外企業に市場シェアを奪われるという事態が日本の製造業で頻発している。

量産化に躓いたニコンと、覇権を握った ASML の両社の戦略から学ぶべき教訓は、技術の量産化とは、単なる技術開発の延長線ではなく、強固なエコシステムを構築する戦略そのものであるという事実である。技術革新のスピードが迅速化する中で、ASML のように環境変化に合わせ、自社のコア技術を柔軟にピボットさせながら、バリューネットワークを通じて川上・川下のプレイヤーからヒト・モノ・カネ・情報を取り込む。このようにして自社を頂点とするエコシステムを形成し牽引するしたたかさが、日本企業には求められている。とりわけ国内メーカーが本事例におけるニコンの失敗の本質を重い教訓として受け止め、過度な自前主義に陥らないよう内部・外部両面の資源を最大限にレバレッジする戦略を構築することが、グローバル市場における日本の半導体産業の競争力回復に向けた必須条件となるだろう。

９．本研究の限界と今後の課題

本研究は、戦略論の視点からニコンの EUV 量産化における失敗の本質を紐解いたが、同時にいくつかの分析の限界を抱えており、これらは今後の研究に向けた課題として位置づけられる。具体的には以下の 3 点が挙げられる。

第一に、ニコンを取り巻くマクロな外部環境、とりわけ地政学的要因の網羅的な検証である。本研究では、ASML 主導のエコシステム構築を主たる外部（阻害）要因として論じた。しかし歴史を遡れば、1997 年に設立された米国の EUV 基礎技術コンソーシアム（EUVLLC）において、安全保障や政治的判断からニコンをはじめとする日本企業が排除されたという事実が存在する。このような国家レベルの政治的介入が、ニコンがオープン戦略を取りたくても取れなかった構造的障壁としてどの程度影響したのか、国際政治経済学の視点を含めたさらなる深掘りが必要である。

第二に、純粋な技術的優位性に関する直接的な比較評価である。本稿では戦略（オープン＆クローズ戦略、PPM、バリューネット）の観点から両社の明暗を分析した。一方、業界内には「ASML が導入したデュアルステージ技術『ツインスキャン』の圧倒的なスループット（生産性）が顧客の支持を集めた最大の要因であり、そもそもニコンは純粋な技術開発競争において敗北していた」とする見方も根強く存在する。本来 EUV 露光装置のウエハ・ステージは１台で、アラインメント（位置合わせ）の後に露光の手順を踏んでいた。ASML が開発したツインスキャン技術では、ステージが２台あり、１台のステージでアラインメントする間にもう１台のステージで露光できるため、１時間あたりに処理できるウエハの枚数が大幅に増加した。戦略面での遅れと、純粋な物理的・機械的な技術力の差のどちらが決定打となったのか、技術マネジメントの観点からの切り分けは今後の課題となるだろう。

第三に、内部要因におけるミクロな組織力学の解明である。本研究では社史や財務データ、一部のインタビュー資料をもとに、ニコンにおける PPM の制約やコア技術への固執を論じた。しかしながら、当時の同社の経営中枢や開発部門の意思決定プロセス、および組織文化を熟知する内部関係者や研究者への直接的なアプローチには至っていない。現場のナレッジマネジメントや部門間のコンフリクトが「自前主義の硬直化」にどのように作用したのか、組織論・リーダーシップ論の観点からの詳細な実証分析には依然として解明の余地が残されている。

これらの限界を補完することで、日本の露光装置メーカーが直面した失敗の本質と、今後の競争力回復に向けた条件がより精緻に解明されることが期待される。

謝辞

本研究の遂行にあたり、インタビューなど様々な場面でご教示をいただいた兵庫県立大学特任教授・名誉教授の渡邊健夫氏、兵庫県立大学特任教授兼産学連携アドバイザーの佐藤和史氏、ならびに ASML ジャパン、ニコン、imec の関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。また、商大ビジネスレビューの作成にあたって、終始丁寧にご指導くださった本学経営専門職専攻長 内田康郎教授に心から感謝申し上げます。内田ゼミで共に議論し、切磋琢磨したゼミメンバー各位にも深く感謝いたします。

参考文献

[1] Barbara,L.,James,G.M. (1988).Organizational Learning.

[2] Brandenburger,A.,Nalebuff,B.(1998).Co-opetition A Revolutionary Mindset That Combines Competition and Cooperation.

[3] Chesbrough,H.(1998).Open Innovation The New Imperative for Creating and Profiting from Technology.

[4] Chuma,H.(2005).Increasing complexity and limits of organization in the microlithography industry: implications for science-based industries.

[5] 井上葉子(2019)ビジネス・エコシステムの理論的考察～概念と構造～。

[6] 牛田一雄・吉田庄一郎(1996)半導体露光装置の光技術。

[7] 岡崎信次・鈴木章義・上野巧(2023)『はじめての半導体リソグラフィ技術』技術評論社。

[8] 小川紘一(2015)『オープン＆クローズ戦略 日本企業再興の条件』翔泳社。

[9] 小原理一郎(2017)株式会社ニコンの歩み -光学機器産業から精密機器産業への展開-。

[10] 笠原伸一郎(2019)日本のカメラ・光学産業の進化プロセス -ニコンとキヤノンに見る事業拡大戦略の変遷とその課題-。

[11] 木村泰己(2021)半導体リソグラフィーにおけるレジストモデルの線型方程式への定式化とその解法に関する研究。

[12] 田路則子・佐藤政之・榎波龍雄(2015)半導体露光レーザメーカの製品アーキテクチャークローズなモジュラーがもたらす競争優位性。

[13] 中馬宏之(2011)半導体産業における国際競争力低下要因を探る:ネットワーク分析の視点から。

[14] 中馬宏之(2005)わが国半導体露光装置産業が直面する複雑性と組織的限界。

[15] 中馬宏之・青島矢一(2002)半導体露光装置産業の競争力はなぜ低下したか －コラボレーションとアウトソーシングの可能性－。
[16] 特許庁総務部技術調査課(2002)半導体露光装置技術に関する特許出願技術動向調査。
[17] 永田紘基・成田誠(2023) 再び最先端に挑む日本の半導体。
[18] ニコン経営戦略本部広報部ニコンミュージアム(2018)『ニコン 100 年史』。
[19] 日経サイエンス編集部(2025)『シン・半導体 これを知らずして未来は語れない』日経サイエンス。
[20] 日本経済新聞2007年６月１日～６月30日付朝刊, 吉田庄一郎の『私の履歴書』。
[21] マルク・ハインク(2025)『FOCUS ASML の流儀』化学工業日報社。
[22] 一橋大学イノベーション研究センター(2022)『イノベーション・マネジメント入門』日本経済新聞出版。
[23] 藤本隆宏(2002)製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート。
[24] 藤本隆宏(2024)『日本のものづくり哲学』日本経済新聞出版。
[25] 渡邊健夫監修(2024)『EUV リソグラフィ技術～レジスト材料・光源・露光装置技術・各種構成の変遷と現状～』株式会社 AndTech。

引用ホームページ

[1] ASML ジャパン 公式 note https://note.com/ASMLjapan (2026 月 8 月 13 日アクセス)
[2] ASML の知財戦略：技術的独占を支えるエコシステムと地政学的要塞 https://www.techno-producer.com/ai-report/ASML_ip_strategy_report/(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[3] ASML Holding N.V.(1999-2011). *Annual Report* (1999-2011 年度版). ASML Investor Relations. https://www.asml.com/en/investors(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[4] Currency Conversions: EURO Exchange Rate: National Currency for Japan https://fred.stlouisfed.org(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[5] 株式会社ニコン (1999-2011)『1999 年度～2011 年度 決算短信』および『決算説明資料』 株式会社ニコン 株主・投資家情報 (IR) https://www.nikon.co.jp/ir/ (2026 月 8 月 13 日アクセス)
[6] 【完全図解】High-NA EUV とは？2 ナノメートル世代を支える「次世代の主役」を

徹底解説
https://aiinfra-lab.com/semiconductor-process/pre-process/727/(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[7] The Product Portfolio By Bruce Henderson
https://www.bcg.com/ja-jp/publications/1970/strategy-the-product-portfolio(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[8] ＜懐かしのデジタル家電＞ 2000 年 5 月のデジタルカメラ市場、キヤノン IXY DIGITAL が発売月に首位
https://www.bcnretail.com/market/detail/20231117_379235.html(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[9] ニコン、EUV を用いた縮小露光装置の開発を開始 日経クロステック
https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20040115/60343/(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[10] 日本経済新聞「ASML 技術トップが語る 肝は『5000 社のサプライヤー網』」
https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC237BS0T20C25A6000000/(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[11] 半導体の微細化に不可欠な EUV 露光技術とこれから
https://www.tel.co.jp/museum/magazine/report/202310_01/?section=2(2026 月 8 月 13 日アクセス)
[12] 半導体露光機で日系メーカーはなぜ ASML に敗れたのか
https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/1803/02/news039_2.html (2026 月 8 月 13 日アクセス)
[13] フォトリソグラフィの進化形「EUV リソグラフィ」とは？ Rapidus の挑戦
https://www.rapidus.inc/tech/te0005/(2026 月 8 月 13 日アクセス)