



# 200mm 以下装置長期利用における 装置維持環境に関する問題起源

社団法人日本電子情報技術産業協会

JEITA

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

半導体部会

Semiconductor Board

半導体生産技術専門委員会

Semiconductor Manufacturing Technology Committee of Japan

MESI (製造エンジニアリングサービス革新) 小委員会

Manufacturing Engineering Service Innovation Sub-Committee

公開版 第 1.0 版

2012 年 10 月 18 日

## 目 次

1	概要.....	- 4 -
1.1	本書の目的と利用方法.....	- 4 -
1.2	本書の範囲と開発の経緯.....	- 5 -
1.2.1	本書の範囲.....	- 5 -
1.2.2	本書開発の経緯.....	- 6 -
2	T3 期 TO 問題の起源分析の背景.....	- 7 -
2.1	TO 問題と EMOT 改善の希求.....	- 7 -
2.2	TO 問題の起源探索方法.....	- 8 -
2.2.1	T3 期の TO 問題起源を探索する質問の端緒.....	- 8 -
2.2.2	改めて質疑をすることの意義.....	- 9 -
2.2.3	白書制作への調査協力者の立ち位置.....	- 10 -
2.2.4	何故何故質疑のやり方.....	- 10 -
3	T3 期での製造装置維持上の問題起源.....	- 12 -
3.1	T3 期における中古構成部品を使った修理実施の障害事項.....	- 12 -
3.1.1	業態の適合性.....	- 12 -
3.1.2	T3 修理の品質保証.....	- 13 -
3.1.3	試験環境にも TO 問題.....	- 13 -
3.2	T3 期突入の際の修理事業の移譲、技術情報利用の容易化への困難事項.....	- 13 -
3.2.1	技術開示ビジネスモデルの欠如.....	- 13 -
3.2.2	技術情報の安全性.....	- 13 -
3.2.3	パートナーシップ.....	- 14 -
3.2.4	修理・試験コンテンツ.....	- 14 -
3.2.5	T3 期の装置安全性.....	- 14 -
3.3	共通的な T3 期 TO 問題の起源.....	- 16 -
4	付録.....	- 17 -
4.1	EXECUTIVE SUMMARY.....	- 17 -
4.2	公取委の事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針.....	- 18 -
4.3	T3 期の不可避性の現状.....	- 18 -
4.4	用語集.....	- 19 -

5	改訂履歴 .....	- 21 -
6	謝辞.....	- 21 -
7	執筆者 .....	- 22 -

## 図表目次

図 1	装置のサポートサービスのライフサイクル.....	- 4 -
図 2	連鎖する「何故何故質疑」の例.....	- 11 -
表 1	関連ドキュメントのスキームの俯瞰.....	- 5 -
表 2	代表的な TO 問題の類別分析(Selete ベンチマーキング WG 会議資料より抜粋).....	- 7 -
表 4	T3 期に顕在化する TO 問題についての EMOT 改善視点からの質問の端緒.....	- 8 -
表 5	T3 期装置利用と維持環境のもつ問題点の原因掘り下げの作業フロー.....	- 9 -
表 6	質問の端緒と深堀の経路の概略.....	- 12 -
表 7	T3 期 TO 問題の真因.....	- 16 -
表 8	制御基板の代替部品の供給の可能性.....	- 19 -
表 9	用語集.....	- 19 -

# 1 概要

## 1.1 本書の目的と利用方法

本書の目的は、 $\phi 200$  mm ウェーハ以下用の半導体製造装置の長期利用と維持に際して発生する困難、中でも装置維持のためのサポートサービス環境（以下 EMOT: Environment for Maintaining Old Tools）の劣化問題を調査し、その起源についての業界<sup>1</sup>理解を促進することである。本書の言う装置の利用と維持とは、概略 OEM（以下 OEM: Original Equipment Manufacturer）からのサポートサービス終了後 20 年から 30 年迄の次期を指している。このような長期の装置利用では、一般的には、装置のサポートサービスをその装置の製造元から受けることができなくなる事態が発生する。T3 期の不可避性については後述する。

図 1 は装置のサポートサービスのライフサイクルを仮想的に示したものである。T1 期、T2 期、T3 期、何れも、実際にははっきり時期が分離できるものではないが、議論を明瞭に行うために定めた仮想的な期間である。T3 期では、OEM からのサポートサービスが得られないとしている。

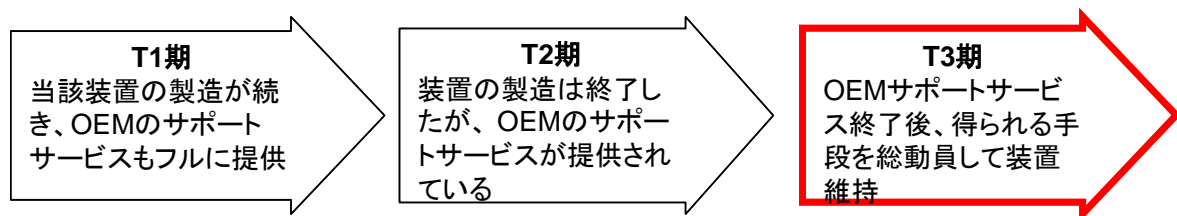


図 1 装置のサポートサービスのライフサイクル

本書では、今までの様々な老朽装置の長期利用と維持の問題（以下 TO 問題と略称: Tool Obsolescence）を検討する活動<sup>2</sup>で捕捉された種々の問題点の中でも、特に T3 期に顕在化する TO 問題に焦点を当て、その問題の起源を、半導体製造装置業界の識者の知識と経験に基づいた支援を得て分析し、客観性のある問題の定性的な理解を業界にもたらすことに資することを意図した。

T3 期では OEM が装置の修理などのサポートサービスを終了しているために、装置の維持と利用環境のサポートサービスの主たる担い手は、OEM 以外のサポートサービス提供者、そしてデバイスメーカー自身である。本書が対象とする T3 期の装置の維持と利用環境の問題というのは、これからの装置サポートサービスの担い手が、技術的に良質で、適切なサービス品質を以て、必要な修理等のサポートサービスを提供する活動を行う際の障害する事項を指している。

デバイスメーカーはこの障害事項の原因を理解することなしに、T3 期での BCP リスクを見積もることも、備えることもできないだろう。更には、時期的に先行して TO 問題を低減する行動を起こすこともできないであろう。

JEITA 半導体部会生産技術専門委員会 MESI 小委員会では、長期に亘る既存ラインの維持に際して、製造装置へのサポートサービス環境の劣化が半導体製造ラインの事業継続のリスク（BCP<sup>3</sup>リスク）となると捉えている。EMOT の劣化は、現在  $\phi 150$  mm 装置では現実のものとなっており、 $\phi 150$  mm ウェーハへの移

<sup>1</sup> 業界：半導体製造業界と半導体製造装置業界

<sup>2</sup> Selete、SEAJ 等での共同検討

<sup>3</sup> Business Continuation Planning

行時期と僅か5年しか変わらないφ200mmウェーハへの移行時期を考えると、φ200mm製造装置のEMOT劣化が極めて近い将来に顕在化し、このBCPリスクが現実のものとなると考えられている<sup>4</sup>。

φ150mmからφ200mmへは、上記したようにプロセス世代が近かったために、移行が比較的容易であり、150mm装置のTO問題の深刻化の回避ができていた。φ200mmからφ300mmへの移行は、プロセステクノロジー、φ200mmの大きなキャパシティーの移行のための投資の点から、緩慢に進むと考えられる。

BCPリスク顕在化の抑止を検討する際には、本書が提供するTO問題についての定性的で客観的な理解が必須のものである。

本書は、TO問題の解決あるいは改善案を提案することを目的としていない。あるいは、その改善ポテンシャルのあるアイデアを提供することも、目的にしているもの、当業界の各ステークホルダーにとって本書は以下のメリットにつながる可能性がある。

- (1) T2期からT3期への遷移時に、OEMから装置ユーザ（デバイスメーカ：以下DM）へより合理性の高い説明が為される
- (2) T3期EMOT改善対策の根拠として利用できる（T2期のビジネスを見直す根拠として利用できる）
- (3) より順調なT3期移行を計画でき、事業の柔軟性を高めることができる
- (4) T3期でのサポートサービスについての要求事項が明確になり、セカンドサポートサービス提供業の設計の参考とすることができる
- (5) 修理技術資産活用の計画立案に資することができる
- (6) T3期のEMOTについて、より多くのステークホルダー間の関連を含んで俯瞰することに資することができる

## 1.2 本書の範囲と開発の経緯

### 1.2.1 本書の範囲

本書の位置づけは、下表の内容2である。本書には内容1、内容3ないしは内容4は含まない。内容1を既発行ドキュメントから一部継承している。

表1 関連ドキュメントの範囲の俯瞰

内容	ドキュメントのミッション	具現体
内容1	TO問題の存在を指摘、問題の表象的な分類	「φ200mm以下装置の長期利用における半導体製造ライン操業リスクの概観」JEITA/MESI 2012年10月発行
内容2	装置維持のためのT3期のEMOT劣化の問題を調査し、その起源についての業界理解を促進する	本書：2012年11月発行予定
内容3	EMOT改善のユーザ要求事項の整理	制作計画未定
内容4	EMOT改善の実装的な提案	制作計画未定

<sup>4</sup>JEITA/MESI発行「φ200mm以下装置の長期利用における半導体製造ライン操業リスクの概観」参照

本書に特有な重要スコープとして、T3 期に顕在化する TO 問題 (EMOT の劣化) の起源に焦点を当てている。ただし問題起源についての分析は T2 期に遡る場合があるのは当然の事である。

一般的に T3 期は大略装置の納入後 20 年を越える時期であり、本書では装置の利用と維持に必要なサポートサービスの提供に係る法的なルールの有無とは独立して調査を行った。

## 1.2.2 本書開発の経緯

本書のミッションである TO 問題の起源分析の客観的理解を進めるために、OEM 事業者の協会である SEAJ<sup>5</sup> 殿にご協力をお願いし、複数回の「MESI 小委員会との意見交換会」を開催していただいた。同会には SEA 安全・サポート部会下のサービス専門委員会メンバー有志にご出席していただいた。TO 問題の起源について、MESI 委員から SEAJ の有志出席者側に質問をさせていただき、SEAJ 側有志出席者は、これに対して OEM としての知識と経験に基づいて、一般論としてのご説明をいただいた。これにより、TO 問題についての課題を共有した。実質的な活動を 2012 年 3 月にスタートし、2012 年 10 月まで計 6 回の意見交換会の開催を経て本書を制作することができた。

T3 期では OEM は既にステークホルダーではないにも関わらず調査の協力者として SEAJ サービス専門委員会メンバー有志にご協力をいただいたのは、装置製造者としての専門知識をお持ちであるからであり、且つ、T3 期のステークホルダーではないがために、客観的な知識を提供できる立場にあるからである。この意見交換会から MESI 小委員会が学んだことは、本書第 3 章に捕捉されている。

---

<sup>5</sup> SEAJ: Semiconductor Equipment Association of Japan

## 2 T3 期 TO 問題の起源分析の背景

### 2.1 TO 問題と EMOT 改善の希求

表 2 は、TO 問題を整理したもので、Selete ベンチマーキング WG 会議資料<sup>6</sup>よりの抜粋である。即ち、製造装置が故障した時に当該装置を復旧させることへの阻害要因を纏めたものである。表象的な問題の分類としては、人的な資源、物・パーツ等資源、情報資源に分類して考えることができる。

表 2 代表的な TO 問題の類別分析(Selete ベンチマーキング WG 会議資料より抜粋)

サイト	分類		困っている事
DM (デバイス メーカー)	部品	機械系部品	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディスコになった装置専用特殊パーツに代替品がない</li> <li>・代替品をさがすのに時間がかかる。又高額の場合が多い。</li> <li>・生産中止されたパーツ類で世の中にも無いものが増えて行く</li> <li>・部品販売可能であっても受注生産で長納期</li> <li>・代替品の評価に時間がかかり性能保証が難しくなる</li> </ul>
		制御部品	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代替品をさがすのに時間がかかる。オリジナル品に比較して、高額となる場合が多い。</li> <li>・PCやHDD等が古いため互換性なし</li> <li>・PCやHDD等がアップグレード品がオリジナル品に比較して高額</li> </ul>
	人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置設計に近いエンジニアが望まれるが、なかなか人材育成が進まない。</li> <li>・保全技術者が高齢化しており空洞化が発生</li> <li>・技術者の世代交代が進み、古い設備を理解している人が減少している</li> </ul>	
	情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニットとしてのディスコ案内はあるが、対応を行うための詳細の内容情報が無い。電装部品なら具体的な回路図・素子レベルの情報が提供されない。</li> </ul>	
OEM (装置メー カ)	部品	機械系部品	<ul style="list-style-type: none"> <li>・OEMが代替部品を準備しようとするが、受注台数が見込めず、準備が難しい</li> <li>・代替を準備しているが、開発費が発生し、オリジナルの部品に比較して高額化することがある</li> <li>・現状維持のための部品であっても入手が出来ない場合はその部品を再開発することになる</li> </ul>
		制御部品	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IC/パーツの生産中止</li> <li>・修理品をテスト評価する環境が無くなっている</li> <li>・チップとか細かい部品で日々生産中止が出ている</li> </ul>
	人材	スキル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置リリース後10年以上を経過すると装置メーカーにも対象設備が殆ど無く、技術者の育成環境を確保できない</li> <li>・OEM技術者であっても古い設備に接する機会の損失から技術レベルが低下</li> </ul>
		環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リリース台数の少ない装置はその後のサポートサービスの継続が厳しい</li> <li>・景気変動によるサービスエンジニアの亡失が起こる</li> </ul>
	情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部品の場合はOEM自身でも修理技術情報を持っていないことがあり、技術情報を参照できない</li> <li>・ソフトウェアはブラックボックスで必要な修理技術情報を参照できない</li> <li>・OSのサポート中止は必然的に起きている</li> </ul>	

<sup>6</sup> Selete (半導体先端テクノロジーズ) の生産システムプログラム (FY2006-2010) .参加社の許可を得て掲載。



表2等の分析から、OEMが装置サポートサービスを提供できなくなり、T3期が到来して、十分な装置サポートサービスが提供されなくなることの表象的な理由を表3に示した。従来からの活動では、この表象的な理由を明らかにするところまでで止まっている。今回の分析では、これらの問題の起源を探索することを目指している。

表3 OEMがサポートサービスを継続できなくなり、T3期に突入する表象的な理由

#	主たる TO 問題	表2内の事項	具体例
1	構成部品の枯渇	本当に部品が無い	OEMが修理用として確保する制御用のSBC <sup>7</sup> のチップセットが入手できず、SBCが作れなくなるために、修理ができなくなる
2	修理スキルと修理技術情報の亡失	やる人が居なくてできない 修理実行のための技術情報がなくて修理できない	修理スキルは、技術者が高齢化し、退職する等で、失われてゆく 修理情報の一部も亡失されることがある

本書が対象とするT3期の装置の維持と利用環境の問題については、T3期の装置サポートサービスの担い手が、必要なサービスを実施する際の障害事項を、上記の表象的な問題点から辿ってより本質的な原因を理解する必要がある。

## 2.2 TO問題の起源探索方法

### 2.2.1 T3期のTO問題起源を探索する質問の端緒

表3の#1と#2の表象的なTO問題に対して、その問題を元々のデバイスメーカー側の希求の視点から、深堀をすることを目指した。表象的な問題は、もちろん既に動かぬ問題であるが、装置修理の可能性拡大からは、視点を変えた調査が必要である。この考えからの質問の端緒を表4に示す。

表4 T3期に顕在化するTO問題についてのEMOT改善視点からの質問の端緒

#	主たる TO 問題	質問
1	構成部品の枯渇	T3期に新品の構成部品が入手できなくなるのは本質的に回避不可能であるが、中古の構成部品を使つての修理実施を妨げるものは何か？
2	修理スキルと修理技術情報の亡失	T3期に至っては、人間に体化されたスキルと知識の亡失は止めようがないが、移管ができる修理に係る技術情報については、他の事業体に移管して、亡失あるいは利用不可能となる事態を防ぐ事を妨げる事項は何か？

上記の質問の端緒は、修理が何とかできないものかというデバイスメーカーの希求から発するものである。デバイスメーカー側がこの希求を以て様々な質問をしなければ分析が深まることのない。このため、SEAJサービス専門委員会メンバー有志側には主として、回答側に立っていただいた。

<sup>7</sup> SBC: Single board computer : 機器組み込みの制御用コンピュータ

ここで選択された質問は、TO 問題への探索の端緒となるものであり、TO 問題として普遍的にとらえるべき問題全体を対象としてはいない。ごく一部の問題について質問をして質疑を始めるが、深く質疑を重ねると、関連する TO 問題に探索範囲が広がると考えられる。このため端緒となる質問（以降は、初期質問と呼称）の種類は少なくとも良い。初期質問とそれに連なる質問自身には価値が無く、反対に、回答に一切の価値が存在する。実際には、質問のコンテクストを踏まえて、いただいた回答を再整理することで、TO 問題を能く理解するための分析が成就する。以上から分析のステップは以下ようになる。

表 5 T3 期装置利用と維持環境のもつ問題点の原因掘り下げの作業フロー

ステップ	名称	内容
1	初期質問の準備	TO 問題の解決のポテンシャルをある事項を念頭に置いた、質問を用意する
2	何故何故質疑	「何故できないのか、障害は何か」を訊く、原因についての連鎖する質問を行う。人、物、情報、ビジネスモデルの切り口を踏まえた多角的な質問を構成する。
3	真因抽出	質問のコンテクストを踏まえて、得た回答を、「人、物、情報、ビジネスモデル」の切り口を踏まえた構造に再集録し、真因を抽出する。
4	TO 問題全体の再構成	他の種類の TO 問題に関しても、共通する障害事項、真因を横断的に発見する。以て T3 期の TO 問題全体を再構成する。

## 2.2.2 改めて質疑をすることの意義

上記した(2)のステップを実行する際に重要な点を以下に述べる。

質問は必ず、「一般論としてどう考えられますか？」という語尾で終わるべきである。同時に回答者は、代表的と思われる理由あるいは、事象を挙げることも重要であるが、稀な例かもしれないという回答も同時に挙げるのが重要である。この理由は、稀な例と考えられるものでも、あり得ると考えられる事由なら、一般論として検討されるべきであるからである。質問者は、回答ができるだけ全容を示すように、質問を継続するべきである。

当然、1つの回答は、更に質問を生む。この質問は基本的により本質的で難しい問題に当たるまで続けられるようにした。以下この質問の連鎖を、「何故何故質疑」と呼ぶ<sup>8</sup>。また回答が自明の事のように思えても、それは代表的と思われている理由を指しているだけであるので、上記の稀な例についても捕捉するために、臆せず質問し、同様に回答をいただくことが重要である。

何故何故質疑を行うと、複数の異なったものと捉えられていた問題の起源が、同一の起源から発することがあることが理解されることがある。このような場合にはその問題起源は、共通性が高く、より重要な起源と考えられる。

<sup>8</sup> 「なぜなぜ質疑」：本来は工程品質の不具合の発生があった時に、直接的で固有技術的な発生原因を同定した上で、その原因を排除できなかった管理上の原因を究明する手法であるが、ここでは固有技術的原因と管理技術的原因を区別せず単に原因連鎖をたどる手法として利用した。

質問は、既成の質問と回答に囚われることがあってはならない。これはよく見られる「空回りする、何故何故分析」に類似である。通常既によく理解されている TO 問題の表象理由の確認に終始するのであれば、今までの TO 問題についての検討経緯をなぞるだけになってしまう。

また EMOT 改善のポテンシャルのあるのではないかとと思われる事項を想定して質問の端緒が設定されているが、その改善のポテンシャルを高めるための質疑を行うのではなく、それを妨げる理由を収録することが本旨である点が極めて重要である。

## 2.23 白書制作への調査協力者の立ち位置

T3 期の TO 問題の分析を業界団体同士で共同して調査する作業であるが、調査協力者が自らの会社の立場で回答をそれぞれ述べるのでは、このような協業の場で共有すべき知識とすることができない。したがって、質問側も回答側も、一般論についての質疑を交わすことをルールとして守る必要がある。たとえば、調査協力者が回答する冒頭には、「一般論ですが、」という言葉を置くと、この立ち位置が鮮明になる。

今回の質疑は、装置のユーザと装置の供給者という立場を踏まえての調査活動であるが、個社間の取引に関連するものでないことは明らかである。すべての質疑は 3 人称を基本として行われるべきであり、同時に多くの方が、同じ会場で一般論としての質疑に参加できるやり方で質疑を行う必要がある。当然のことであるが、本書に収録する知識としては、ある固有の会社の事情ではなく、どのような会社の状況を反映した回答であっても、一般論として収録することで、初めて問題起源を広く理解するための価値が出るので、固有事業名は本書としては如何なる価値も持たない。

## 2.24 何故何故質疑のやり方

ステップ 2 での何故何故質疑は、一度に多数の切り口から質疑が為されることが多いし、また質疑は前にだけ進むわけではない。前後する、あるいは、他の質問スレッドに移ることが頻繁にあるので、議事録として纏めるのは難しい。質疑が終わってから、スレッドを整理し、質問の連鎖を意識して、再集録をおこなう作業が必要である。これを図形的な表現で実施したのが、図 2 である。

更に切り口の過不足が無いかを考えながら、同図の右端には、より起源的な理由が記載されるようになるので、真因と思われるものを拾い上げる作業を行う（ステップ 3）。より深い原因は、他の原因を戻ることがあり、最後に少なくとも本書の範囲内でそれ以上質問が出来なくなったものが、真因であると考えられる。ただしここで云う真因の 1 つが、全ての問題の起源を説明できるものであることは必ずしもないだろう。複数の真因がどのように関連するのかは、個々ケースでの定量的な分析で判明することであり、本書の目的外である。

ステップ 4 では、TO 問題の全般を考えた時に共通性の高い真因を拾い上げ、表象的な T3 期の TO 問題と、その真因とを突き合わせて示し、纏める作業を行う。

以上が本書で行う分析の一切である。定性的な T3 期の TO 問題の理解に資するものである。

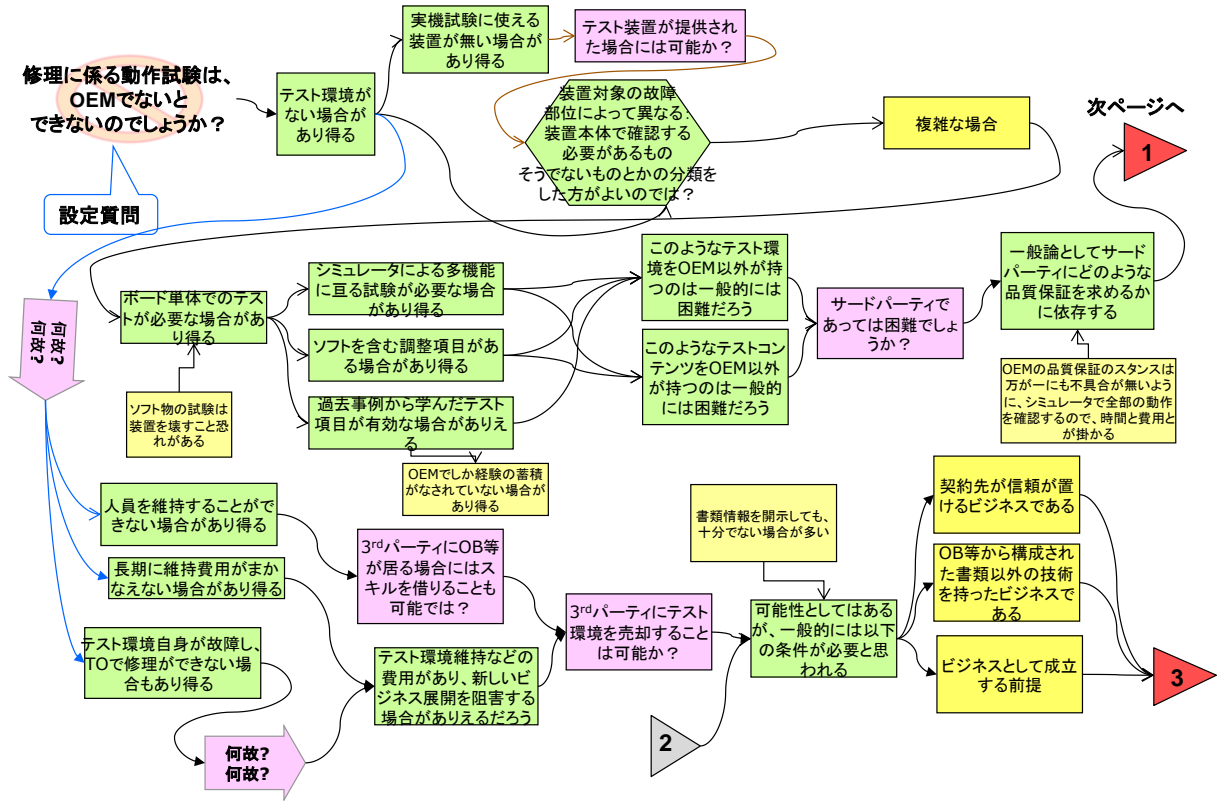


図 2 連鎖する「何故何故質疑」の例

### 3 T3 期での製造装置維持上の問題起源

表 6 は初期質問に対して、「何故何故質疑」の経路を纏めたものである。表に示す深堀の経路は、質疑で直接的にとった質疑の経路ではなかった。いくつかの経路で質疑し、これを総合して再整理することで、深堀の連鎖を作り、T3 期問題の起源に迫る道を概略として示した。以降表 6 内の初期質問に従って、行われた質疑の概略を 3.1 と 3.2 にて記述する。

表 6 質問の端緒と深堀の経路の概略

#	初期質問	結果としての深堀の経路
1	中古の構成部品を使っての修理実施を妨げるものは何か？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 中古部品の入手性が不安定 → OEM の業容に馴染まない</li> <li>● 品質保証の考え方: OEM としては装置の全体動作に責任を持つ考え ← 老朽装置の中古部品を使った部分的な修理でも限定的なテストにならない</li> <li>● 装置の安全性を維持する上で心配がある → T3 期の安全性担保の業界モデルが存在しない → OEM のサポートサービス提供努力が及ばない場合がある</li> <li>● テスト環境の亡失 ← 新品中古部品に係らず、しっかりした試験が必要 → テスト環境も、装置と同様に部品枯渇により TO 化</li> </ul>
2	T3 突入時に、移管ができる修理事業あるいは修理技術情報の他事業体に移管を妨げるものは何か？	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修理技術ドキュメントの開示だけでは、技術移管にはならず → 技術移管先の育成が必要 → パートナーの戦略的な選択 ← パートナーとの信頼関係が必要</li> <li>● テスト技術の亡失 ← 修理経験に裏打ちされたテスト技術は OEM にある</li> <li>● 技術情報の開示・利用許諾には、パートナーとの信頼関係が必須</li> <li>● 修理技術情報を販売するビジネスモデルが存在せず ← ライセンシングの価値が見えず</li> <li>● 老朽化が進む装置についての安全性維持に必要な技術情報の提示についての常識あるいは業界モデルが明確でない</li> </ul>

#### 3.1 T3 期における中古構成部品を使った修理実施の障害事項

T3 期では、修理部品が入手できないので、中古部品あるいは中古の構成部品を利用した修理を実施することが重要な場合がある。しかしながら何故何故質疑から、このような故障修理には、一般論として以下の困難事項があることが判明した。

##### 3.1.1 業態の適合性

中古の部品あるいは構成部品の入手の不安定性に問題がある。中古部品あるいは中古の構成部品のストックを持つことが、OEM の業容にあまり適合しない。このような中古構成部品を使った技術スキルを維持することも相当に困難が大きい。

中古部品あるいは中古構成部品を使うので、なおさら、修理後の試験が重要であるが、T3 期においては修理環境が整わず、必要な試験が可能でない恐れがある。

修理に必要な技術情報が入手できずに、修理すべき構成部品を発見する、動作の確認をするなどが難しい場合がある。

### 3.1.2 T3 修理の品質保証

十全な修理が望めない T3 期にあって、どのような品質保証が望ましいのか、業界の常識が無いことが、阻害要因の 1 つになっていると考えられる。

部品交換ではなく、一段下段の構成部品の交換作業の場合であって、修理が一部分であり、比較的試験が容易な場合には、修理作業の品質保証は相当に限定的で不十分になる場合もある。

品質保証の考え方が、対象によって、あるいは修理ビジネスを行う事業者によってフレキシブルに変わることによって業界としての一定のコンセンサスが無い。

### 3.1.3 試験環境にも TO 問題

テスト環境には、やはり TO 問題が発生する。当該装置と同世代の技術に対応したテスト環境であり、例えば使われている CPU が製造中止、更にストック品も入手が困難となれば、環境のハードが故障した際には、修理ができないという事態が発生することも考えられる。テスト環境の十全な維持は、困難である。

## 3.2 T3 期突入の際の修理事業の移譲、技術情報利用の容易化への困難事項

前述したように OEM が装置サポートサービスを終了した後の EMOT のサポートサービスの担い手は、OEM 以外の事業者となる。OEM が所有している修理に必要な技術情報が利用できれば、OEM とは異なる事業者が修理を行う場合の技術的な困難を低減できることから、初期質問として、修理に必要な技術情報の OEM 以外の事業者への開示に係る困難事項について掘り下げた。以下は、その困難の例である。

### 3.2.1 技術開示ビジネスモデルの欠如

このような技術開示は、課金の対象であることが業界の常識と必ずしもなっていないことが、積極性を挫く 1 つの大きな阻害事項である。

- ・ 修理技術情報の開示のための準備作業等も、課金モデルがなければ動機を失う。
- ・ 課金の常識的なモデルがないと、都度の契約で、契約内容の制作と合意に大きな手間が掛かるのも非奨励的である。
- ・ φ200 mm 以下装置は装置の新規の供給が無い「閉じた世界」であり、新規の次世代工場が多く建設される状況を前提としていた時代とは異なった、閉じた世界の課金コンセプトが業界として受容されておらず、障害事項となる。
- ・ 技術情報の利用をライセンスされた OEM 以外のサポートサービス提供者（セカンドパーティサポートサービス提供者）、とそうでない同業者（サードパーティサポートサービス提供者）の区別が明確となる環境でないため、ライセンスの価値が、業界に理解されないことが障害事項である。
- ・ 1 件 1 件の修理のために、情報開示のための契約手続きを行うのでは如何にも能率が悪い

### 3.2.2 技術情報の安全性

修理技術情報には IP が存在し、修理技術情報の開示は、当該 OEM の貴重な技術資源をリスクに曝す可能性がある。契約は課金のためと、IP の保護の内容の両方から構成される。これらの点に係って以下の阻害事項が挙げられた。

- ・ 1 件の修理のための技術情報であれば、開示範囲も小さく技術情報漏洩リスクも小さいかもしれないが、先に述べた都度契約の煩雑さから現実的でない。
- ・ 開示先が信頼できる事業者であれば、通常はリスクが少ないが、サードパーティサポートサービス提供者の場合には、開示によるリスクがあり得る。
- ・ 開示先がデバイスメーカーでも、信頼しかねることが海外では存在する。

- ・信頼できるサードパーティサポートサービス提供業者であっても、技術情報開示を行った後に、競合他社に会社が買い取られたり、あるいは倒産してしまったりすれば、技術情報が安全に扱われるとは限らないので、信頼関係だけが、判断要素ではない。

### 3.23 パートナーシップ

技術開示だけでは、装置のサポートサービスを移譲することは難しく、総合的で大規模な技術提携といった努力がないと、意味のあるパートナーによる事業活動とならないことが考えられる。テスト環境の移譲等がこの例である。このような場合には都度の技術開示などのような小規模の企業活動とならず、経営判断の要素が強くなる。

- ・戦略的で継続的な関係が必要である。
- ・図面等の開示で技術移管ができるのではないので、包括的な技術移管が必要であり、それが契約上両社の Win-Win となるか疑問
- ・技術移管契約後も OEM とパートナーとの継続的な関係維持が必要となるので、OEM としては何時までも手を完全には抜けない
- ・パートナーとなるサポートサービス提供者の技術的力量が重要な因子となる。
- ・ソフトウェアの改造/修理等の場合には、装置動作の不全によっては、装置を破損するポテンシャルがあり、オフラインでの事前の検証環境が必要。このような高機能な環境を維持できる必要があるとしたら相当に、パートナーの選択の幅は狭いため、サポートサービスの移譲成立が難しいことがある。

### 3.24 修理・試験コンテンツ

テスト環境には、シミュレータ、デバッガ等の開発側のツール、人員、スキル、テストコンテンツ等があるが、これらの維持は経営的な負担となる場合があるだろう。

- ・複雑なテストの実施には、過去事例から学んだ試験項目、確認項目等のテストコンテンツがある。この蓄積を活かした装置試験の実施技術の維持は、パートナー（セカンドサポートサービス提供者）には難しい場合がある。特に人間に体化された知識は、トランスファーできない場合が多い。
- ・従って装置に大きな改造等、制御設計の根幹に関連することを実施する場合の試験実施は難しい。
- ・スキルと知識の高い技術者も、年齢によって退職するために、知識が逸散することは止められない。
- ・人間に体化された知識を活用するために、これらの技術者を（OEM 以外の事業者が）再雇用する場合であっても、OEM の修理技術情報を利用できる契約が必要な場合がある。

### 3.25 T3 期の装置安全性

当然であるが T3 期では装置の老朽化が進行するために、一般に高温、高電圧の発生、化学物質の利用を行う装置では、安全性維持について、より多くのユーザによるケアが必要となる。T3 期には、このための装置維持を十全にできないという潜在的な障害事項があり得る。以下の様な装置安全性に係る情報の断絶の問題があると認識された。

- ・T3 期での装置の安全についての責任モデルが明確でない。T3 期では PL 法の有効な期限を疾うに上回っていることが殆ど。T3 期では、使用者の安全責任が重要性を増すのではないか。
- ・T3 期において装置安全性について OEM の関与は本質的に困難である。長期の利用で、あるいは装置の転売等を経て、OEM が知らないところで改造された装置の安全性について、OEM が有効な役割を果たすことは難しいだろうし、例え、サポートサービス事業が移譲された場合でも同様である。
- ・装置が製造され販売された時点での安全設計思想あるいは規格への適合と、T3 期まで来た、その時期に要求される安全思想、あるいは安全規格が異なる場合があり得る。しかしながら、装置の設計はこのような場合に対応できない場合がある。例え、サポートサービス事業が移譲された場合でも有効な安全性についてのサポートサービス提供には潜在的に困難がある。

#### 200mm 以下装置長期利用における装置維持環境に関する問題の起源

- より厳しくなった安全設計基準になれたエンジニアが、古い設計基準の装置を改造する等の場合には、古い装置では新しい Fool Proof 等の設計思想がデザインインされておらず、危険ポテンシャルが増す場合がある可能性がある。
- 装置の安全性を確保することに必須のセンサー等の代替品部品の技術情報は、T3 期以前での獲得が必要である。
- しかしながら T3 期に移行する際の、安全性上、装置の老朽化によって特段注意が必要な点等の技術情報の提供については、業界の常識的な取り決めはない。
- 装置は、高い信頼性の提供を意図して設計・製造されているが、T3 期突入後 20-30 年の利用を想定した安全性設計とは必ずしもなっている訳ではない。



### 3.3 共通的な T3 期 TO 問題の起源

3.1 と 3.2 に収録した TO 問題の起源事項を、共通性が高く、より重要と考えられる T3 期の TO 問題起源として表 7 に纏めた。真因同士に依存性がある部分がある。これらの真因が T3 期の EMOT を決定づけている。

表 7 T3 期 TO 問題の真因

T3期のTO問題	TO問題の分類	T3期TO問題の真因
構成部品の枯渇 修理スキルと修理技術情報 の亡失 装置の物理的な老朽化 の進行	中古部品と中古構成部品を使った修理が十分にできない	中古部品を使った修理のビジネスモデル、品質保証、安全性維持のビジネスモデルが未成熟
	代替部品を使った性能・安全性の維持、修理が十分にできない	T3期に修理技術情報の利用が困難
	スキルの亡失	T3期のステークホルダー間のライセンスベースによる協調関係が欠如している

## 4 付録

### 4.1 Executive Summary

This report is the second report in the series by MESI (Manufacturing Engineering Service Innovation) subcommittee of Manufacturing Technology Committee of JEITA JSIA on the risks in utilizing the production tools over 20 to 30 year range after termination of equipment support service provision by the original equipment suppliers.

This report describes results of qualitative analytical investigation of the origins of problem encountered in the period in which OEM's equipment support services are no longer available (this time period is defined as T3: refer to the initial report). This investigation was made possible by the great cooperation of the volunteer members of Service Subcommittee under SEAJ's<sup>9</sup> Safety & Support Committee. They helped this investigation with their deep knowledge based on the experiences of equipment support service provision, thus making this report provide qualitative understanding with subjective viewpoints.

The problems encountered in T3 period are such as the expected obstacles for device makers to acquire needed equipment support services with needed quality by the stakeholders other than the OEMs since no OEM support service is available in T3 period by definition. Device makers are not able to neither estimate the risks nor prepare the encountering measures without such understanding.

It is important to note the scope of this report. This report will describe the origins of the problems in T3 period but does not intend to propose neither the solutions to the problems nor any potential solution candidates. This report analyzed the superficial problems and surveyed their roots so to find the more important and common reasons for the problems. It should be noted that, although the focus is on the problems in T3 period, the origin of the problems may be discussed in related to the consequences in T2 time period in which no tool production and sales but support service is available (refer to the initial report).

The important knowledge obtained in the course of collaborative work with SEAJ Service Committee volunteer members was summarized as follows;

T3 period is inevitable in the 20-30 years range from the following reasons;

- accumulation of difficulty in equipment support service provision in that time range
- operation resource focus to the new businesses
- depletion of upper stream parts
- immature business models for quality assurance for old tool repair work or for safety securement of old tools over 20-30 years period
- the high hurdles for technical repair information licensing and test environment preservation

This report is expected to provide useful information and merits for those stakeholders in the industry;

- (1) OEM can provide rational explanation to the equipment end users (i.e., device makers) upon the transition from T2 period to T3 period.
- (2) OEMs, device makers and other stakeholders can utilize this report for planning the measures against EMOT deterioration in the coming T3 period.

---

<sup>9</sup> Semiconductor Equipment Association of Japan

- (3) The information of this report may help OEMs plan more smooth transition from T2 to T3 and allow more flexible business operations.
- (4) This report may help understand the requirements for the support service in T3 period and plan the second support service provider business.
- (5) This report may help plan business utilization of the technical repair information asset.
- (6) This report may help overview the landscape of the old tool utilization echo-system comprising plural stakeholders and their complex relations.

## 4.2 公取委の事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針

公正取引委員会 HP 掲載の事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針<sup>10</sup>を参照することで、本小委員会の活動の同法に抵触するポテンシャルリスクと、適正な活動方法を知ることができる。MESI 小委員会委員は、「関係する構成事業者からの意見聴取の十分な機会の設定」と、「必要に応じ、当該商品又は役務の需要者や知見のある第三者等との間で意見交換や意見聴取」が、当小委員会の装置長期利用に掛かる装置維持環境の改善のための検討活動が事業者団体の活動として適正であることに重要であることを理解し、2.2 章の TO 問題の起源分析方法を定めた。

## 4.3 T3 期の不可避性の現状

T3 期の TO 問題起源の分析が本書の目的であるが、その質疑の中で OEM がサポートサービスを継続することが何故できなくなるかについての質疑も行われた。

結論 1： オリジナル部品はオリジナル構成部品の供給が止まるので、オリジナル部品での新品供給は、技術的に不可能であり、ビジネス的にも供給は不可能である

装置故障で装置が頓死をする一番の原因としては、装置の制御用コンピュータ（装置専用に設計された制御基板、というイメージの部品）が挙げられる。このためにクリチカルパーツと呼び慣わされている。この部品の構成部品である LSI（チップセット）が製造中止となり、そのために早晩 OEM では修理部品としての制御基板を準備することが出来なくなる。

結論 2： 代替部品は、技術的に供給は必ず可能であるが、老朽装置の維持に相応しい価格条件の合意が難しい

この制御基板を後に出た新しい LSI（のチップセット）で新たに同一の制御機能を持つものを作ることがある。これを制御基板の Remake と呼んでいる。これを代替部品として準備することは OEM であればほとんどの場合に技術的に可能である。しかしながら、廃品種となった LSI のチップセットをデバイスメーカーが作るよりも、Remake の方が安価であるのは当然であるが、Remake の費用も非常に高額となることが知られており、大きな台数の修理が見込まれ、再開発費用が能く分担される場合等には有意であると考えられているが、多くの場合には Remake で制御基板を用意することは行われていない。

表 8 にこれらの結論を纏めた。

---

<sup>10</sup>事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針:<http://www.jftc.go.jp/dk/jigyoshadantai.html>

表 8 制御基板の代替部品の供給の可能性

OEMの対応の分類	現状(部品)と同じものを供給する		等価なもの(代替部品)を供給する	
	技術要因	ビジネス要因	技術要因	ビジネス要因
対応の可能性	全てが可能	全てが可能	全てが可能	全てが可能
	一部が可能	一部が可能	一部が可能	一部が可能
	全てが不可能	全てが不可能	全てが不可能	全てが不可能

T3 期の到来には OEM の事業継続の難しさがある。

その例としては、以下が挙げられたが、これらは表象的な事由であり、分析は実施されていない。

- ・ サードパーティサポート提供業者の装置サポートサービスへの参入により、消耗部品の収益性が低下、OEM によるサービスサポート提供機会の低下が起こる。
- ・ デバイスメーカーの内部作業への取り込みによる、サービスサポート提供機会の低下が起こる。
- ・ 残存数が減少している装置に対する修理体制の維持の収益性低下が起こる。

現状認識としては、上述した部品供給が途絶えることと、事業継続の困難から T3 期到来によって T3 期の到来が起こると考えられる。

#### 4.4 用語集

以下は組織などの固有名詞、あるいは本書内で特段の意味を持つ用語を説明するものである。

##### 表 9 用語集

200mm 以下装置長期利用における装置維持環境に関する問題の起源

用語	英文記述	説明
DM	Device makers	半導体デバイスメーカー
EMOT	Environment for maintaining old tools	老朽装置の利用維持環境。この環境は、ステークホルダー、ビジネスモデル、人、技術情報、修理部品から構成される
ISMI	International SEMATECH	
JEITA	Japan Electronics and Information Technology Industry Association	一般社団法人 電子情報技術産業協会
MESI	Manufacturing Engineering Service Innovation	半導体製造エンジニアリングサービス改革(小委員会)
OEM	Original Equipment Manufacturers	装置メーカー
SEAJ	Semiconductor Equipment Association of Japan	一般社団法人 日本半導体製造装置協会
Selete	Semiconductor Leading Edge Technologies	旧 株式会社半導体先端テクノロジーズ
S/H	Stakeholders	ステークホルダー
T1期		EMOTの1つの時期を表す仮想的概念で、当該半導体製造装置がOEMに於いて製造され、且つ、OEMによる当該装置のサポートサービス提供がある期間。
T2期		EMOTの1つの時期を表す仮想的概念で、当該半導体製造装置は既にOEMに於いて製造されていないが、OEMによる当該装置のサポートサービス提供がある期間。
T3期		EMOTの1つの時期を表す仮想的概念で、当該半導体製造装置は既にOEMに於いて製造されておらず、且つ、OEMによる当該装置のサポートサービス提供が終了している期間。
TO問題	Tool Obsolescence	老朽装置問題で、EMOTの劣化により装置ユーザ(DM)が遭遇する装置利用と維持に係る困難を指す

用語	英文記述	説明
セカンドサポートサービス提供業者	Second Party Service Providers	OEMからライセンス受けるビジネスステータスを持つ装置維持に係る役務を提供するビジネス
サードサポートサービス提供業者	Third Party Service Providers	EMOのステークホルダーであるOEMと特段の契約関係を保持しない装置維持に係る役務を提供するビジネス
(装置)サポートサービス	Equipment support services	装置利用維持を支援する役務提供
部品 又は パーツ		装置を構成する部品(例えば制御基板)
構成部品		部品を構成する部品(例えば制御基板に用いられているLSI)
専用部品(パーツ)		当該装置に専用の部品
汎用部品(パーツ)		当該装置の専用部品でなく、一般に他の装置/用途に使われる部品(例えばマスフローコントローラ)
修理部品		修理の際に交換される部品
代替部品		修理部品であるが、初期の部品とは必ずしも同一のものではなく、取り付けには別途の準備等が必要な場合に、この呼称を使う場合がある。OEMが動作を保証している場合には、敢えてこの呼称を使わない場合もある。
オリジナル部品		OEMが供給する部品。
修理技術情報		修理を実施するために必要な技術情報。故障個所の発見、修理後の動作確認のための試験実施方法と試験コンテンツも含まれる。
ステークホルダー	Stakeholders	EMOTを構成するビジネス

## 5 改訂履歴

- ・2012年10月19日 0.9版
- ・2012年10月18日 1.0版

## 6 謝辞

SEAJ サービス専門委員会有志の皆様には、T3期の装置利用と維持を行う際に予想される種々の問題(TO問題)について、その起源について根気よく、装置業界の識者としての知識御教示いただいた。この知識はTO問題に今後立ち向かって行く上で大変に貴重なものであり、稿末ではあるが執筆者一同はSEAJ サービス専門委員会有志の皆様には深謝を申し上げます。

## 7 執筆者

執筆者は実際に本報告書の制作に関わった登録された本小委員会の委員である。

役務	氏名	所属
主査	小林 秀	ルネサスエレクトロニクス株式会社 生産本部 プロセス技術統括部 生産システム技術部
委員	小川 敏	富士通セミコンダクター株式会社 製造統括部 設備技術部
委員	小松 敦史	ルネサスエレクトロニクス株式会社 生産本部 プロセス技術統括部 プロセス設備技術部
委員	西村 英孝	ルネサスエレクトロニクス株式会社 生産本部 プロセス技術統括部 生産システム技術部
委員	手嶋 孝人	ソニーセミコンダクタ株式会社 生産技術部門 生産技術開発1部
委員	小屋敷 正人	ソニーセミコンダクタ株式会社 生産技術部門 生産技術部
委員	深澤 雄二	株式会社東芝 研究開発センター デバイスプロセス開発センター デバイスプロセス企画部

以上

**JEITA**