

革新的製造プロセス技術開発
(ミニマルファブ)
プロジェクト終了時評価
補足資料

平成28年2月19日
製造産業局産業機械課

目次

1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 外部有識者の評価等
9. 提言及び提言に対する対処方針

1. 事業の概要

(1) 事業の目的・内容

既存の半導体製造施設は大量生産を前提としており、世界の半導体需要の半分程度を占める少量生産品も、メモリ等の大量生産品と同様の生産システムで生産されており、エネルギー消費や設備投資額の面で非効率が生じている。

本事業では、クリーンルームを不要とすることにより大幅な省エネが実現できる「革新的製造プロセス」の基礎的技術を開発し、我が国の半導体開発や少量生産の半導体を用いる製品等の製造の競争力維持・強化を図るとともに、半導体製造工程におけるエネルギー消費の削減を実現する。

(2) 実施形態等

①研究開発実施体制	ミニマルファブ技術研究組合(委託) 国立大学法人横浜国立大学、国立大学法人東北大学(再委託)
②研究開発期間	3年間
③国費投入額等	38億49百万円(総額) 平成24年度 650百万円 平成25年度 699百万円 平成26年度 2,500百万円

1. 事業の概要

概 要	平成24年度から平成26年度までの3年間で、シリコンウェハサイズを0. 5インチ（直径12. 5mm）、製造装置サイズを幅30cm×奥行き45cm×高さ144cmに規格化された、半導体の少量生産に最適な超小型製造装置（ミニマルファブ）を開発し、生産システムとして一体的に利用できる体制を構築する。
実施期間	平成24年度～平成26年度（3年間）
予算総額	38. 49億円 （平成24年度：6. 5億円 平成25年度：6. 9億円 平成26年度：25億円）
実 施 者	ミニマルファブ技術研究組合
プロジェクト リーダー	原 史朗 産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門ミニマルシステムグループ長

2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (目標値)	妥当性・設定理由・ 根拠等	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達の場合)
(事業開始時) —	—	—	—
(中間時) —	—	—	—
(事業終了時) —	—	—	—
(事業目的達成時) 平成32年度 省エネ効果(年間) 891GWh	※	—	—

※ 平成32年度までに、クリーンルームを必要とするメガファブからミニマルファブに置き換わるファブは、「4インチウェハサイズ以下のファブ」、「ファブレス企業のR&Dファブ」、「試作品開発ファブ」を想定。国内106ファブのうち、41ファブが該当し、置換率は8.9%、年間消費電力削減量は、－891GWhを見込む。

【算定根拠】

ミニマルファブに置き換わるファブのウェハ数 2,575,512枚／年(300mmウェハで換算) — ①
 国内ファブのウェハ数 28,809,756枚／年(300mmウェハで換算) — ②
 置換率【①／②】＝8.9%

3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (目標値)	妥当性・設定理由・ 根拠等	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達の場合)
(事業開始時) —		—	—
(事業終了時) 製造したミニマル装置の数 (試作機を含む累積数) 100台	○デバイス試作のため、 リソグラフィプロセスを はじめとする25種類の 装置開発の必要性。 ○上記目標達成のためには、 累計100台超程度の 装置試作を重ね、完成 度を上げる必要がある。	105台	—
(事業目的達成時) 製造したミニマル装置の数 (試作機を含む累積数) 100台		105台	—

目標・指標及び成果・達成度

個別要素技術	事業アウトプット 指標・目標値	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
①装置開発	80台	実績:83台、達成度:104%	—
②装置構成部品	—	—	—
③ミニマルプロセスライン開発	10台	実績:11台、達成度:110%	—
④分析・評価装置開発	10台	実績:11台、達成度:110%	—

【装置の内訳】

①ー1:パターニングに関する装置	目標	40台	実績	42台
①ー2:ウェハ加工に関する装置	目標	40台	実績	41台
③ミニマルプロセス・ライン開発に関する装置	目標	10台	実績	11台
④ウェハ検査(分析・評価)に関する装置	目標	10台	実績	11台

4. 当省(国)が実施することの必要性

半導体産業は、数千億円程度の設備投資が必要であることから、一部のグローバル企業による寡占状態が進んでいる。他方、IoT半導体の製造には、少量多品種生産に対応した装置の需要が増すと想定されている。

今後、国内の半導体産業を育成していくためには、既存の市場に対する対抗軸として高付加価値の半導体を低コストで生産するシステムの実現が重要であるが、クリーンルームを使用しない超小型の装置群の開発を進めることにより、半導体製造のコストを大幅に削減することが可能となる。

この研究開発は、先進的かつ多数の研究開発要素があり、民間企業のみで実施することは難しいことから、国内でのものづくり、製造プラットフォームの構築の観点から、国の研究開発プロジェクトとして実施する必要性がある。

メガファブ



200m (LSI 300台)

- 1ライン投資:5,000億円
- 装置サイズ:W3 D4 H3m
- ウェハサイズ:12"
- 生産規模:2億個(1cm²換算)以上
- 床面積 40,000m² (LSI生産の場合)
- 装置数 300台(LSI生産の場合)
- 工程数 600工程(LSI生産の場合)
- 納期:1~6ヶ月
- コスト:100万円/cm² (100個注文)
- コスト:1万円/cm² (1万個注文)
- コスト:800円/cm² (百万個注文)

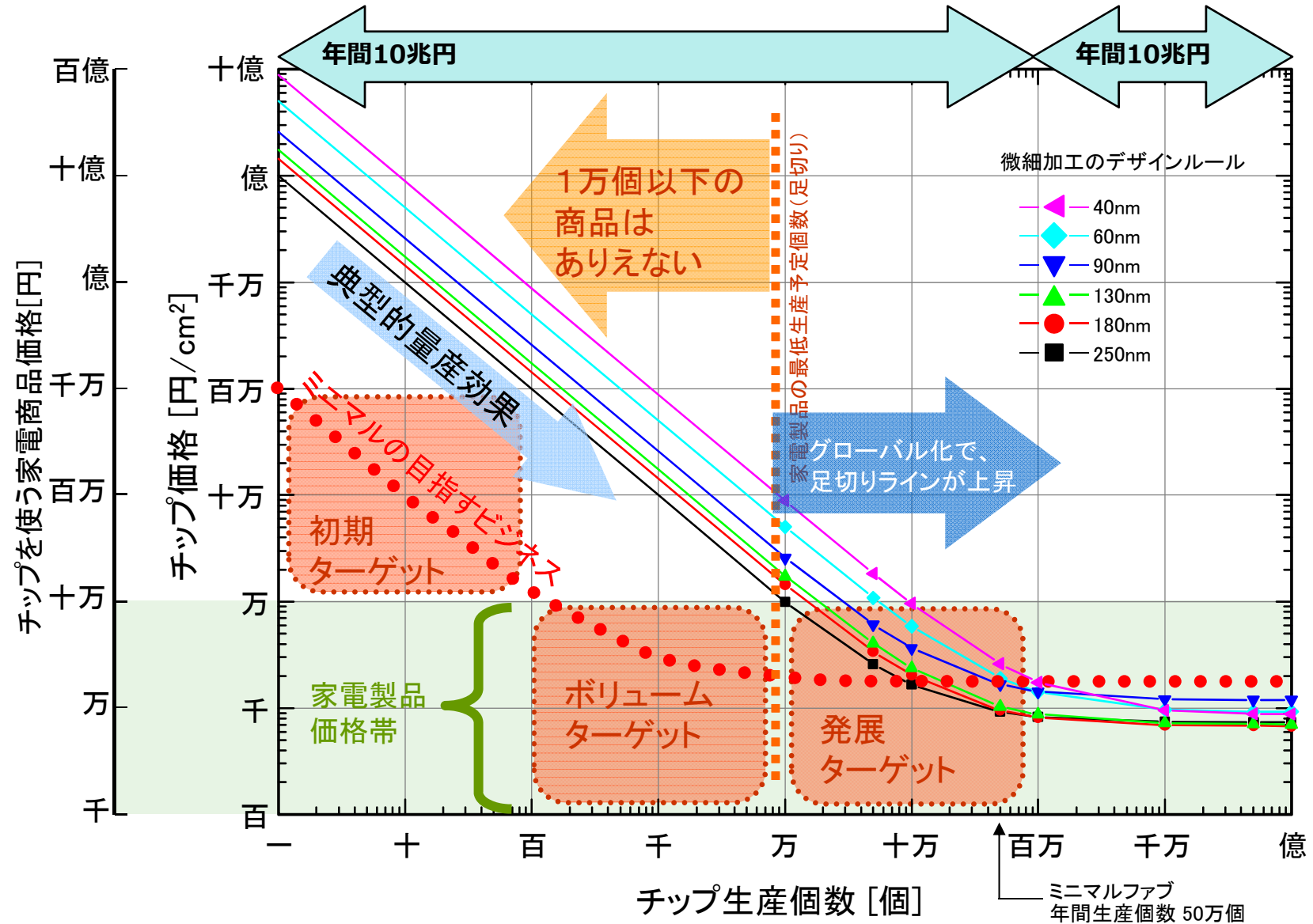
ミニマルファブ



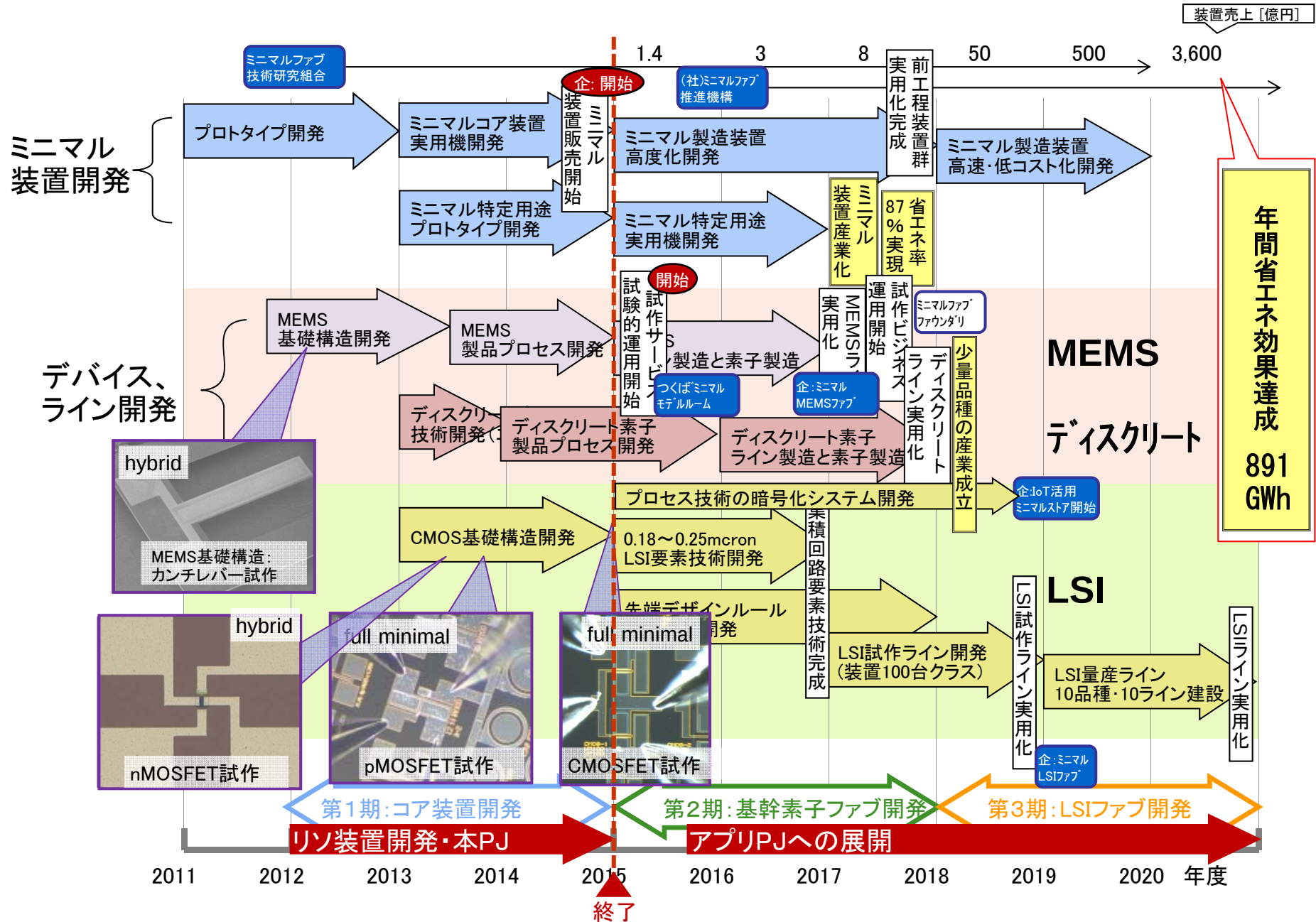
20m (LSI 350台)

- 1ライン投資:5億円
- 装置サイズ:W0.3 D0.45 H1.44m
- ウェハサイズ:0.5"
- 生産規模:50万個(1cm²換算)以上
- 床面積 400m² (LSI生産の場合)
- 装置数 350台(LSI生産の場合)
- 工程数 350工程(LSI生産の場合)
- 納期:1~3日
- コスト:1万円/cm² (100個注文)
- コスト:1,200円/cm² (1万個注文)
- コスト:1,200円/cm² (百万個注文)

グローバルマーケットの原理とミニマルデバイスターゲット

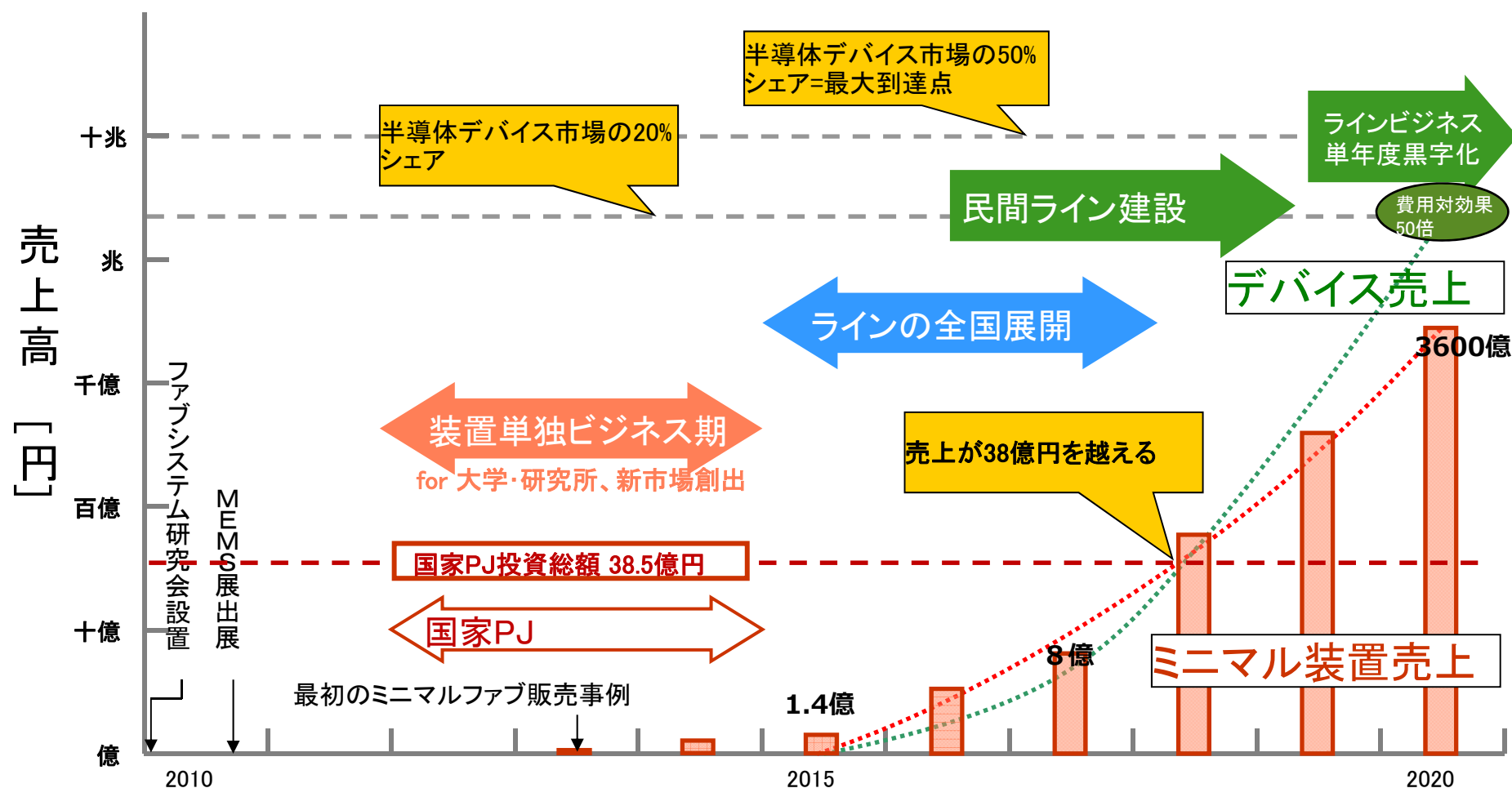


5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ





7. 費用対効果



投入された国費総額38億4900万円に対し、2020年にはアウトカムとして省エネ効果(年間)891GWhを達成する見込み。現時点で、ミニマルファブの装置売上げは累計3.6億円であるが、2020年には、装置の売上が3,600億円となり、投入された国費総額に対する費用対効果が50倍を超える見込み。

8. 外部有識者の評価等

8－1. 評価検討会

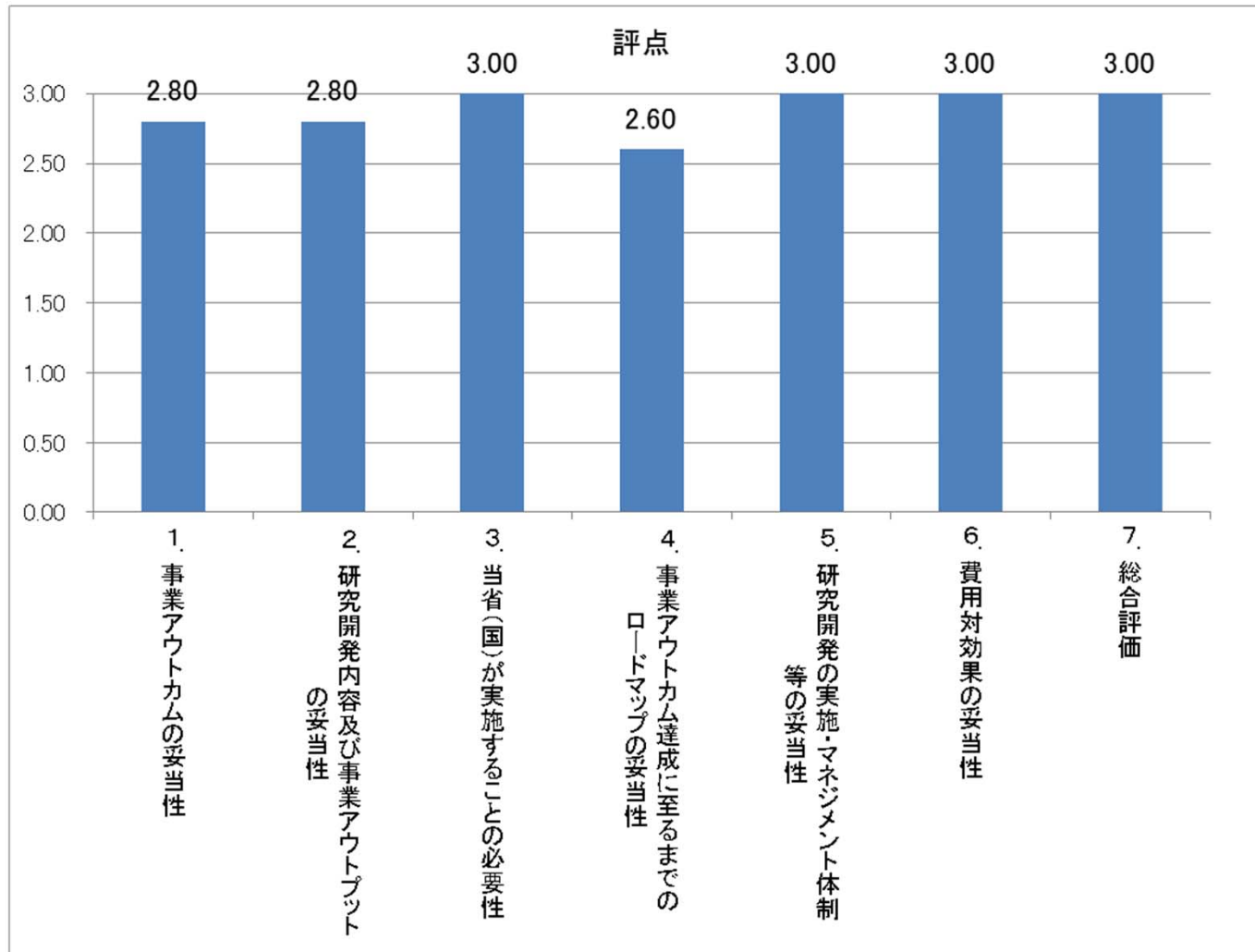
評価検討会名称	「革新的製造プロセス技術開発(ミニマルファブ)」終了時評価検討会	
評価検討会委員	座長	平本 俊郎 東京大学生産技術研究所教授
	委員	菊池 純一 青山学院大学法学部教授 中村 修 SEMIジャパン代表 原 邦彦 豊橋技術科学大学特命教授 和田木 哲哉 野村證券株式会社エクイティ・リサーチ部 エレクトロニクスグループマネージング・ ディレクター

8-2. 総合評価

- 研究開発テーマとしては極めて重要であり、日本の半導体業界、エレクトロニクス業界の今後の発展に大きく寄与する可能性を持つテーマである。関係した中小企業は、装置関連のサプライチェーンで重要な役割を担い、今後も活躍が期待される企業群で、それらのさらなる活性化、業界体質の強化に役立つものと考えられる。
本研究開発プロジェクトは、半導体製造の新たなプラットフォームシステムを社会に実装することを目指している。それゆえ、用意周到に運営体制が配備されており、社会実装の実行可能性を高めている。この運営体制は、本研究開発プロジェクトの終了後も利活用できるものであり、今後も、より積極的に国として支援する必要があると考える。
- その一方で、今後の産総研及び経済産業省主導のプロジェクトを円滑に進め、業界の賛同を得やすくするためにも、本プロジェクトを中途半端な形で着地させてはならないと考える。

8-3. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、終了時評価において、評点法による評価を実施した。



【評価項目の判定基準】

3点: 実施された事業は、優れていた。
 2点: 実施された事業は、良かった。
 1点: 実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。
 0点: 実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

9. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

- (1) 国プロの事業展開上、PLの組織的機能・役割は重要である。PLは、民間におけるC×O（CEO、CTO、CFOなどの機能・役割の集合）に相当するものであり一個人の能力を越え、サポート体制が必要になると考える。ついては、今後、PLの人材育成及び支援組織編制のあり方等を考慮した政策が必要である。
- (2) 国プロの評価体制は、事前評価から追跡評価まで整備されるに至っている。しかし、それらの評価上の知見は、必ずしも、その後の政策企画立案に反映されているとは言えない。特に、事業のアウトカムに係る項目については、客観指標を求めることが原則とされているが、その体系的な政策設計は不完全である。研究開発プロジェクトの出口のみならず中長期的な視点からアウトカムの体系化に係る政策企画を展開することを望む。
- (3) 本研究開発プロジェクトは、アプリPJの推進、国の支援、加えて、民間企業、中小参画企業、そして利用する大手企業団体のマーケティング、プロセスエンジニアリング、サービスへの協力が必要である。
- (4) 「R&D」と「製造」との間の距離を限りなくゼロに近づけ、不良率、検査、不要在庫ゼロ等を目指した、ミニマルファブリケーションを追求した事業展開の推進が必要である。
- (5) ①パーツ、サービス、消耗品によるストック型の収益モデル、②自社にミニマルファブを導入することによる本業競争力強化モデル、③半導体同様、大口径化や微細化による買い替え促進モデルなども視野にいたした事業展開の推進が必要である。

提言に対する対処方針

- (1) 今後の研究開発プロジェクトの企画に際しては、PLの人材育成及び支援組織編制のあり方等を考慮した政策を検討していきたい。
- (2) 今後の研究開発プロジェクトの企画に際しては、研究開発プロジェクトの出口のみならず中長期的な視点からアウトカムの体系化に係る政策企画の展開を含めたものとするよう検討していきたい。
- (3) 様々な公募事業を通じた要素技術開発の実施、予算以外での政策的な支援を継続的に実施していきたい。また、当課、研究開発実施者は、民間企業、中小参画企業、そして利用する大手企業団体のマーケティング、プロセスエンジニアリング、サービスへの協力、展示会等を活用したPR活動も継続的に実施していきたい。
- (4) (5) 御指摘の点を踏まえた上で、事業展開を推進していきたい。