

革新的製造プロセス技術開発 (ミニマルファブ)

研究開発プロジェクトの概要

平成27年12月25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. 事前評価結果

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 度を上げる必要性がある。	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

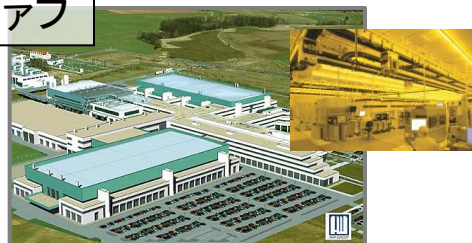
4. 当省(国)が実施することの必要性

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)

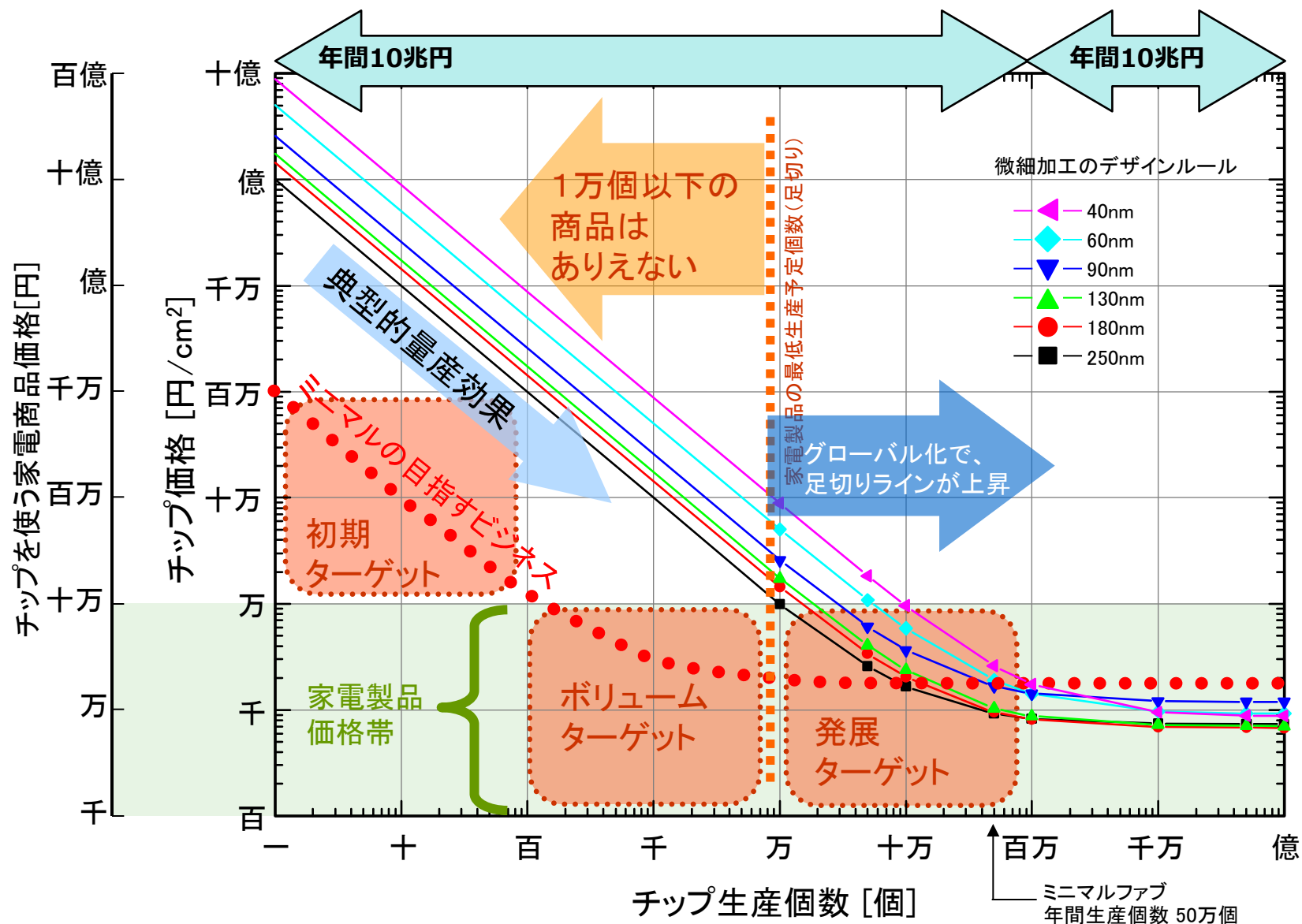
ミニマルファブ



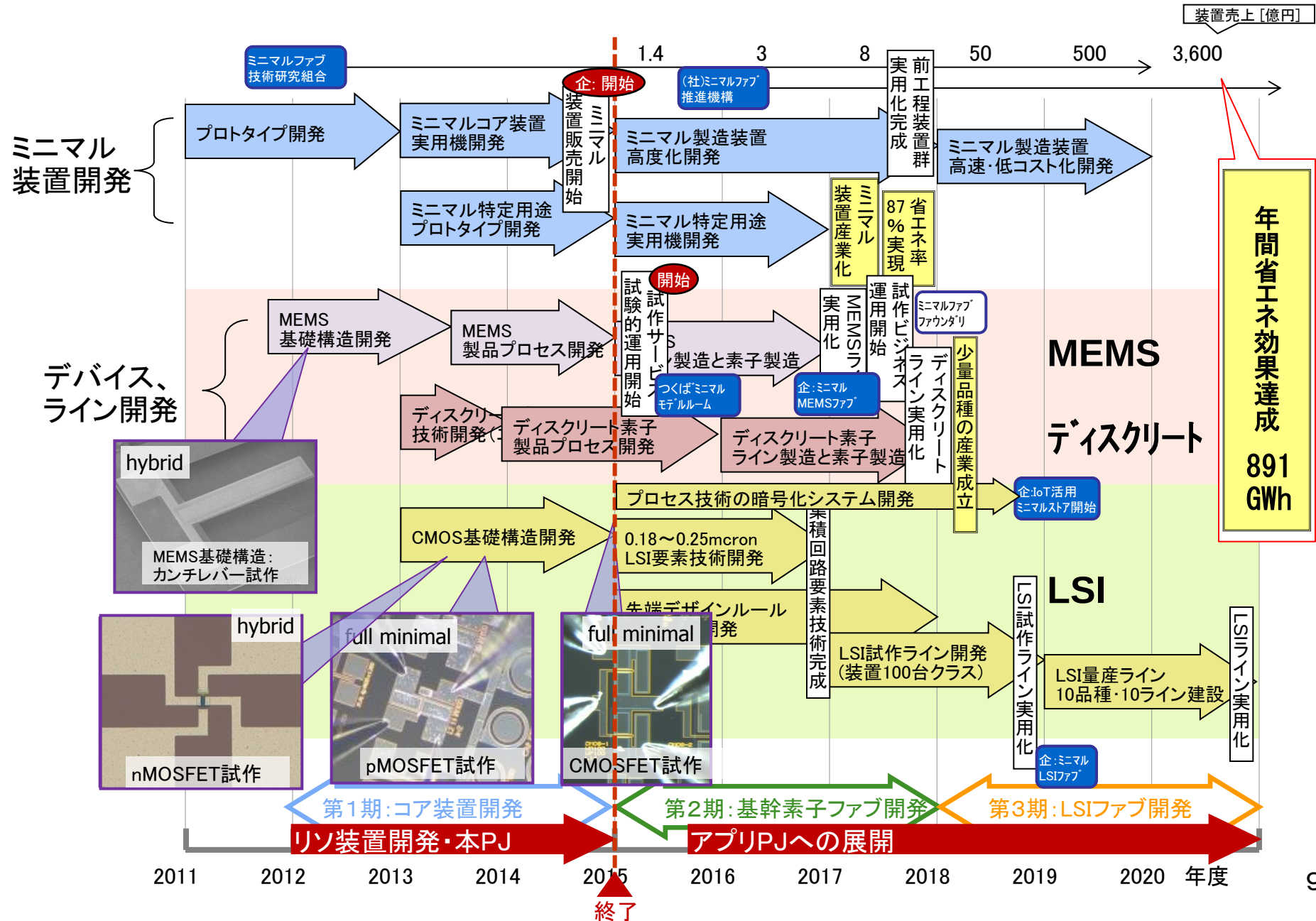
20m (LSI 350台)

- 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



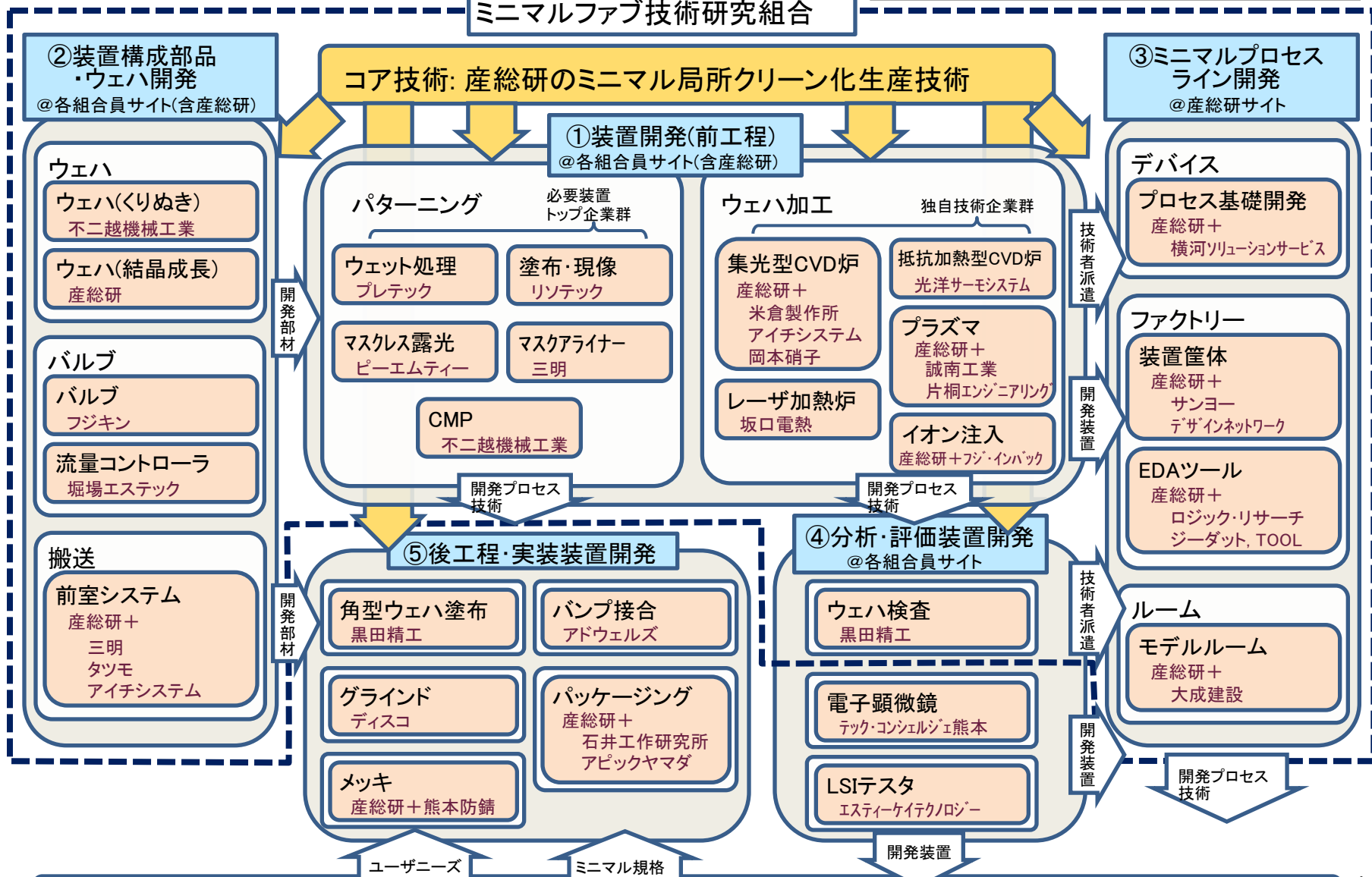
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

革新的製造プロセス技術開発(ミニマルファブ)

PL: 原 史朗 (AIST)

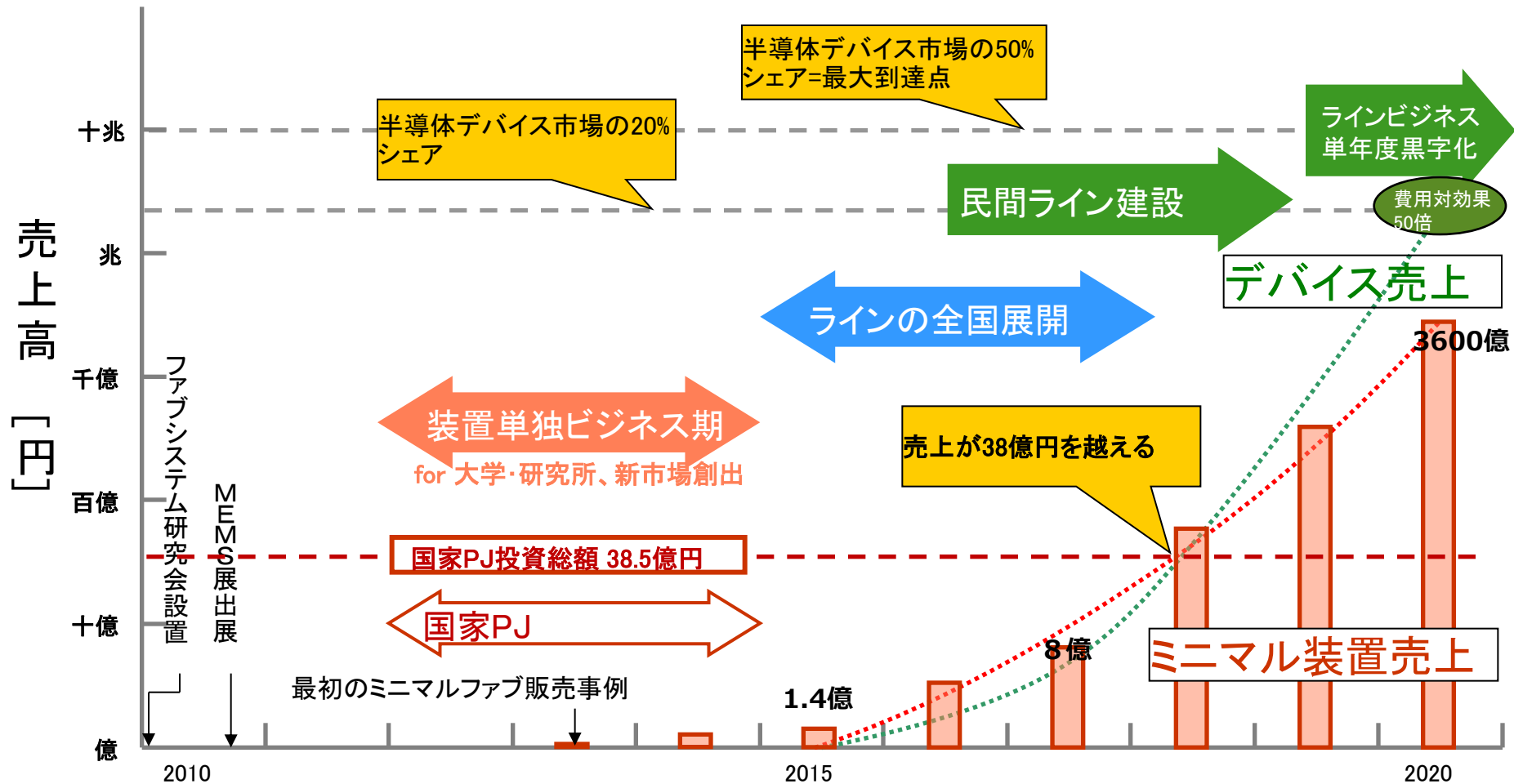
●従来の分散研にあたる各組合サイト(含産総研)での各社ポテンシャルを生かした開発を行いつつ、開発品を産総研サイト(従来の集中研)に持ち込んで、総合プロセス開発、ライン開発を行う。

ミニマルファブ技術研究組合



ユーザ: 産総研コンソーシアム・ファブシステム研究会, ミニマル3DICファブ開発研究会 (九州地区)

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. 事前評価の結果

(1) 外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見

半導体製造装置の輸出により国内システムLSIメーカーの競争力が直ちには脅かされることのないよう、製造装置としては「万能化」せず、たとえばLSIの設計技術の側で競争力を維持できるような工夫等に配慮する必要がある。

(2) 外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見を踏まえた改善点等

本事業では省エネ・小型の半導体製造装置の実現を目指すこととしている。

現行の半導体製造装置と同様にユーザの設計技術力の差異が競争力に直結するものであり、ご指摘を踏まえユーザと連携し競争力を維持・強化するよう取り組んで参りたい。