

ナノバイオニック産業 環境整備進捗状況 経済産業省追加資料

ナノバイオテクノロジー産業化推進調査について

平成17年3月30日
経済産業省

ナノバイオテクノロジー産業化推進調査

期間:平成16年度(1年間)
予算額:平成16年度 0.2億円

ナノバイオテクノロジー分野において、新産業創出の基盤等、国際的な競争力を確保し、長期的にわたり世界をリードできる産業力を実現するための戦略的な取り組みの方向性を明確に示す「包括的ロードマップ」及び「戦略的ロードマップ」を作成。

包括的ロードマップ

我が国の技術的、産業的特色と強みを分析するため、医療・検査分野、環境・エネルギー／工業分野、研究用検査機器分野の3分野16領域について網羅的にとりまとめ。

包括的ロードマップ策定分野

医療・検査分野

再生医療、DDS、微細治療用ナノマシン、バイオセンサー、医療検査診断デバイス、生細胞解析診断、血液血管の検査診断

環境・エネルギー／工業分野

環境センサー、エネルギーの発生・貯蔵・伝送デバイス／生体埋め込みデバイスの電源、生体材料、生産技術、ナノ触媒、微小ロボット、ナノバイオ電子デバイス

研究用検査機器分野

生体内高分子ナノレベル可視化動態解析、アレイ表面分析

戦略的ロードマップ

包括的ロードマップ検討から選定された、計測、デバイス、医療の3分野を対象に、産業化に向けて必要な技術開発戦略等の取り組むべき方策についての指針とすることを目的としてとりまとめ。

調査実施体制

ナノバイオ産業化委員会を設置して全体の調査方針を定め、それに従って包括ロードマップを策定する。包括ロードマップ策定に際しての議論を踏まえ、戦略的に実施すべきテーマについては各々WGを設置して戦略ロードマップを策定。

包括的ロードマップ(素案)作成

包括的ロードマップ
検討合宿

ロードマップ
ターゲットの
提示

ナノバイオ産業化委員会
館 委員長
(元鐘淵化学会長)

戦略的ロードマップ(素案)作成

デバイスWG

杉本座長(甲南大学)

計測WG

嶋本座長(遺伝研)

医療WG

田口座長(産総研)

ナノバイオ産業化委員会委員

館 糾(鐘淵化学工業 相談役)、菊地 眞(防衛医科大学校防衛医学研究センター 教授)、長田 義仁(北海道大学副学長)、澤 芳樹(大阪大学未来医療センター副センター長)、嶋本 伸雄(国立遺伝学研究所構造遺伝学研究センター 教授)、(湯元 昇(産業技術総合研究所 セルエンジニアリング部門長)、田口 隆久(産業技術総合研究所セルエンジニアリング部門 副部門長)、谷 紘孝(鐘淵化学工業 ライフサイエンスRDセンター長)、河田 亨(シャープ 河田研究所長)、小川治男(オリンパス 研究開発センターMEMS開発本部 本部長)、藤田省三(富士通研究所 ナノテクノロジー研究センター 主席研究員)、青木 初夫(藤沢薬品工業 社長)、手塚 徹(テルモ 研究開発センター副センター長)、宮田 満(日経BP社 先端技術情報センター長)

包括的ロードマップ検討合宿委員

岡田 孝夫(生体分子計測研究所 代表取締役)、小川 治男(オリンパス 研究開発センターMEMS開発本部 本部長)、小寺 秀俊(京都大学大学院工学研究科機械工学 教授)、近藤 昭彦(神戸大学工学部応用化学科 教授)、澤 芳樹(大阪大学未来医療センター副センター長)、嶋本 伸雄(国立遺伝学研究所構造遺伝学研究センター 教授)、下村 政嗣(北海道大学ナノテクセンターセンター長 教授)、新谷 卓司(日東電工基幹技術センター 第4グループ長)、杉本 直己(甲南大学先端生命工学研究所(FIBER) 所長)、田口 隆久(産業技術総合研究所セルエンジニアリング部門 副部門長)、谷 紘孝(鐘淵化学工業ライフサイエンスRDセンター長)、西村 伸太郎(藤沢薬品工業シニアリサーチフェロー)、林 健志(九州大学生体防御医学研究所遺伝情報実験センター 教授)、馬場 嘉信(徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 教授)、藤原 健志(富士通研究所 ナノテクノロジー研究センター)、湯元 昇(産業技術総合研究所セルエンジニアリング部門長)、宮田 満(日経BP社 先端技術情報センター長 兼バイオセンター長)、西村 勝彦(日経BP社先端技術情報センターナノテク部企画委員)

包括ロードマップ(医療・検査分野)

再生医療

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>医・検(1)-1 分化因子の漸進的解明</p> <p>非血清培養液の汎用化 ナノテク応用の非侵襲性のセンサー開発</p>	<p>医・検(1)-3 ナノティッシュプラント</p> <p>・人工組織の製造</p>	<p>医・検(1)-9 ES細胞や胎児脳組織から樹立した神経幹細胞を用いた脊髄損傷やパーキンソン病などの神経疾患に対する治療法</p> <p>神経幹細胞による治療の基礎研究</p>	<p>医・検(1)-10 ナノ再生プラント</p> <p>・クローン臓器の製造</p>
<p>医・検(1)-2 生体適合性・細胞増殖性の移植用シート</p> <p>・上皮細胞と内皮細胞の増殖を3倍以上促進</p> <p>・3000円/100cm²</p> <p>培養液、栄養因子、培養基板、培養装置の開発</p>	<p>医・検(1)-4 ナノ骨髄プラント</p> <p>・人工骨髄(肝細胞増殖の場としての擬似骨髄の環境)の製造</p> <p>・臍帯血の増殖、バンク化</p> <p>・人工細胞の再生</p> <p>・細胞の質を保証し、コントロールする技術</p> <p>・機能化されたスキャフォールド技術</p> <p>・細胞1つを視るナノレベルでの計測技術(ナノモニタリング)</p> <p>・ナノテクを応用したスキャフォールドの開発</p> <p>・細胞内物質注入機器(ナノインジェクター)</p> <p>・鞭毛モーター分子の特性に基づく単一細胞操作装置</p>		<p>医・検(1)-11 分化誘導因子修飾アーキテクチャー構築による臓器の構築</p> <p>ヒト細胞でできた組織を他の動物で作製</p>
	<p>医・検(1)-5 骨髄細胞・造血幹細胞を用いた治療</p> <p>・骨髄細胞を局所注入する治療</p> <p>・骨髄から培養誘導した間葉系幹細胞を用いた骨疾患の治療</p> <p>・体外で増幅した臍帯血中の造血幹細胞を用いた移植</p> <p>細胞培養、カテーテル、生体適合材料</p>		<p>医・検(1)-12 自己組織化の臓器形成</p> <p>・複数の細胞とナノ・マテリアルを注入し、その場で臓器を再生する</p> <p>ナノバイオ材料、インタフェース技術</p>
	<p>医・検(1)-6 自己再生能力により体外での細胞培養を不要とする再生医療用スキャフォールド</p> <p>生体吸収性材料での再生誘導</p>		
	<p>医・検(1)-7 分化細胞表面認識の漸進</p> <p>・遺伝子、たんぱく、RNAiなどを認識する分子生産法の確立により加速される臍帯血幹細胞の全能性幹細胞化</p> <p>・全新生児臍帯バンクの創設</p> <p>分化評価技術</p>		
	<p>医・検(1)-8 複数の細胞により組織再構成を促進する3D基材</p> <p>・複数の細胞を立体的に培養する基質(基質と細胞の複合体によって、人工肝臓や人工すい臓を開発)</p> <p>・1000万円/臓器/10年以上耐用</p> <p>既存の内臓とのハイブリッド化</p>		

DDS分野

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>医・検(2)-1 ナノパッチ(タンパク経皮ナノシステム)</p> <p>・薬剤の経皮吸収創膏</p> <p>・自己組織化ナノインプラント素材の開発</p> <p>・ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p>	<p>医・検(2)-5 ガン細胞のマーキング技術</p> <p>たんぱく質型ナノ輸送体の開発 (微小管やキネシン系と光制御機構を組み合わせたナノデリバリーの実現)</p>	<p>医・検(2)-10 病態の変化によって投薬量が可変、炎症部位や低酸素部位のみに薬放出 薬剤価格の20%</p> <p>ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p>	<p>医・検(2)-11 ナノDDP</p> <p>・ガンの経皮治療</p>
<p>医・検(2)-2 ナノパンツ(ナノ臓器サポート)</p> <p>・培養細胞と人工マテリアルのハイブリッドによる心筋補助システム</p> <p>・臓器への薬剤吸収</p> <p>生体適合性・抗血栓性を付与した自己組織化ステントの開発</p>	<p>医・検(2)-6 投与量(蛋白)の20%到達、肝臓、心臓、消化管、筋肉、癌病巣、炎症部位</p> <p>薬剤価格の15%</p> <p>・DDS外部制御技術</p> <p>・ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p>		<p>医・検(2)-12 注射剤のみならず経口剤においても同様な性能を有するDDS(小腸上皮細胞からの透過性のファクターが追加) 経口剤は薬価が安いので格段に厳しい</p> <p>小腸上皮細胞透過技術</p>
<p>医・検(2)-3 吸収部位(皮膚、鼻粘膜、肺など)に特化した構造(粒子径、表面修飾など)をもつナノ粒子の設計技術 単回投与あたり100円以下(製剤費として)</p> <p>・生体適合材料の開発</p> <p>・特定部位に到達する抗ガン剤</p>	<p>医・検(2)-7 脳内に特異的に低分子薬が有効用量輸送できる注射剤。(BBB(血液-脳関門)通過性のファクターが追加) コスト:対象薬剤における想定薬価に対して十分な利益確保ができる製造コスト</p> <p>脳関門通過技術</p>		<p>医・検(2)-13 内臓器や脳へ特異的に輸送され、かつその薬剤の特性に合わせて自由に薬剤リリースをコントロールできる注射剤 対象薬剤における想定薬価に対して十分な利益確保ができる製造コスト</p> <p>ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p>
<p>医・検(2)-4 ナノ粒子を用いた制御性の高いDDS 経肺投与に使える</p> <p>・コーティング技術</p> <p>・ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p> <p>・安全性の保証</p> <p>・毒性の研究</p>	<p>医・検(2)-8 肝臓、すい臓などへ特異的に低分子薬(抗がん剤、抗HCV薬、糖尿病薬など)を有効用量輸送できるDDS(RNAiなど高分子の薬は貼 コスト:対象薬剤における想定薬価に対して十分な利益確保ができる製造コスト</p> <p>ターゲティングとコントロールド・リリース技術</p>		
	<p>医・検(2)-9 循環器系用ナノカプセル 消化器治療用カプセル内視鏡 肝臓、膵臓、胆のう、腎臓など手術が難しい臓器対応DDS</p> <p>細胞表面に特異的に発現するレセプターや糖鎖を識別する分子の開発</p>		

微細治療用ナノマシン

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
	<p>医・検(3)-1 疾病部イメージングマイクロマシン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・疾患部位表示機能付き内視鏡治療 ・数十個の疾患細胞をイメージングする ・1回の治療で100万円 <p>・マーキング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞表面の標識 ・細胞内部の標識 	<p>医・検(3)-3 細胞レベルの標識技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5mmの癌の描出 ・現在の増感剤の2倍の価格 <p>イメージング材料と計測用光学デバイス</p>	<p>医・検(3)-4 バイオアクチュエータもしくは内在エネルギー利用常時監視型治療マイクロマシン</p> <p>神経インターフェース</p>
	<p>医・検(3)-2 微小癌の画像増強技術(体外診断)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・がん細胞や炎症細胞のみを標識し、内視鏡で細胞塊として認識できる ・1回投薬量2万円 <p>・マーキング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イメージング材料 ・計測用光学デバイス 		<p>医・検(3)-5 自立的治療マイクロマシン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・治療器のリモートコントロールによる治療疾病部の特定補助 <p>マイクロマシン技術</p>
			<p>医・検(3)-6 細胞レベルで手術を行うマシン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞単位で癌細胞を死滅させる ・5年再発なしで、200万円 <p>・マーキング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー供給システム

バイオセンサー

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>医・検(4)-1 酵素(酸化還元)の安定化や標的認識物質の安定化及び低価格化による既存技術の漸進</p> <p>ナノ・ファブリケーションを使った複合診断装置</p>		<p>医・検(4)-6 任意の新薬スクリーニング用バイオセンサーの設計 ・バイオインフォマティクス、ケモインフォマティクスなどのIT情報からの確なfocused chemical libraryが設計され、それにしたがって高集積のライブラリーがスライドガラス上に搭載されることにより網羅的でなく効率的なスクリーニングシステムを達成する。 ・ヒット率は100倍以上</p> <p>フォーカスト・ケミカル・ライブラリー構築技術</p>	<p>医・検(4)-7 再生医療技術の取り込みによるシグナル伝達等の多種検出</p>
<p>医・検(4)-2 マイクロアレイを用いたHTSに対応した新薬スクリーニング用バイオセンサーと、コンビナトリアル化学を用いたスクリーニングライブラリ搭載のマイクロアレイ開発</p> <p>・1サンプルあたりのスクリーニングライブラリ製造コストが10円、HTSを含めて20円</p> <p>コンビナトリアル技術</p>	<p>医・検(4)-4 新薬スクリーニング用バイオセンサーの種類が100種類以上。スライドガラス上のスクリーニング用サンプルライブラリー化合物の集積度の向上(0.01ミリ間隔、50ナノモル)および検出感度向上(10倍)</p> <p>・1サンプルあたりのスクリーニングライブラリ製造コストが1円、HTSを含めて2円</p> <p>機能スイッチを持つたんぱく質スクリーニング</p>		<p>医・検(4)-8 基本的に生涯体内に留置可能な生体モニター</p> <p>・50万円</p> <p>・心臓ペースメーカー ・血糖値センサーとインシュリン供給装置</p>
<p>医・検(4)-3 血液や尿などのマルチセンサー ・使い捨て20種以上の生化学検査</p> <p>・5000円(検査器30万円以下)</p> <p>マイクロミキサーの原理の確立</p>	<p>医・検(4)-5 非侵襲性のマルチセンサー ・体外から非身襲的に10種以上のバイタル・サインと生化学的情報を獲得 ・10万円(センサー1個当たり)</p> <p>・流露内への固定方法の確立 ・センシング用計測デバイス(光学系など)の小型化</p>		<p>医・検(4)-9 脳神経のセンサー ・脳内の記憶のセンシング+コンピュータへの入力装置としても活用 ・300万円(普及後は20万円以下)</p> <p>ヘッドギア的な情報取り込み装置</p>

医療検査診断デバイス

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>医(5)-1 病因遺伝子の絞り込み</p> <p>・既存技術で対応 ・Point of Care</p>	<p>医・検(5)-5 癌検診等でハイリスクグループの設定</p> <p>マイクロアレイの高感度化技術</p>	<p>医・検(5)-6 遺伝子診断による発癌リスク評価</p> <p>発癌メカニズムの解明</p>	<p>医・検(5)-9 免疫系を合成物置き換えによる新機能、低価格医療検査診断デバイス ・個々のたんぱく質の対する人工認識物質のユニバーサル合成法の確立 ・1種につき1000万円</p> <p>親和性の高いポリクロ抗体をin vivo/ in vitro合成</p>
<p>医(5)-2 免疫測定を利用した迅速医療検査診断デバイス ・1万円</p> <p>免疫測定のための蛋白質相互作用や遺伝子治療開発のためのDNA相互作用のDB化</p>		<p>医・検(5)-7 全ジェノタイプ診断装置 ・20万SNPsを1時間以内に診断 ・50万円</p> <p>MEMS + PCR</p>	<p>医・検(5)-10 全ゲノム・シーケンス(ナノポアDNAシーケンサーなど) ・全ゲノム情報を1日でシーケンス ・50万円</p> <p>新しい原理のシーケンス</p>
<p>医・検(5)-3 ジェノタイプ診断装置</p> <p>・50以下のSNPsを1時間以内に診断 ・1万5000円</p> <p>PCR+プローブマッチング</p>		<p>医・検(5)-8 化学的メカニカルを用いた3次元内部可視化・機能解析 ・分解能10nmで複数の物性測定 ・50万円(1サンプル)</p> <p>1分子計測技術</p>	<p>医・検(5)-11 量子力学的な近接場相互作用を活用した三次元内部可視化・機能解析 ・分解能1nmで複数の物性測定 ・60万円(1サンプル)</p> <p>新しい原理のシーケンス</p>
<p>医・検(5)-4 コンパクト化された放射線などを用いた3次元内部可視化・機能解析 ・分解能100nmで物性測定 ・生体内高分子ナノレベル可視化動態解析 ・40万円(1サンプル)</p> <p>マーキング技術(量子レベル)</p>			

生細胞解析診断

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>医・検(6)-1 細胞の摂取・培養・操作技術 ・遺伝子導入や薬理効果反応を見る細胞操作技術</p> <p>・細胞操作とバイオチップ ・細胞とのインタフェース剥離強度測定 ・界面インタラクション測定技術</p>	<p>医・検(6)-2 生細胞研究の実験系の整備</p> <p>・細胞内での生化学反応ネットワーク ・生体内細胞環境再現技術 ・インサイト観察技術</p>	<p>医・検(6)-3 生細胞診断システム</p> <p>バイオ・マイクロ・ハイブリッド技術</p>	

包括ロードマップ(環境・エネルギー / 工業分野)

環境センサー(化学・生物物質)

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
環・工(1)-1 ディスポーザブルな微量環境ホルモン検知 ・クロマト機構やマイクロチップを利用し水滴1滴で含有する環境ホルモンの種類を分析 ・固定相に考えられる環境ホルモンと反応し発色する物質をナノ粒子状に固定し分散 ・1000円以下/キット ナノミキサー技術	環・工(1)-3 既存化学物質微量迅速検出機 ・材料中への対象化学物質存在有無と人体への影響評価 ・数千円/台 人体への長期影響評価	環・工(1)-5 既存化学物質を含めた人体影響評価キット ・低コストで簡単に早く人体への影響評価が出来る検査キット ・1万円以下/キット ナノミキサー技術	
環・工(1)-2 酵素や受容体を利用した毒ガス・センサー ・毒ガス成分が作用する蛋白利用センサー、特異性高く、人間の致死量の100分の1で検出 病原体の検出チップ ・100種の病原体の検出DNAチップ ・野外使用、30万円/枚 受容体利用センサーの開発	環・工(1)-4 バイオメティックスによる毒ガス・センサー ・特異性高く、人間の致死量の100分の1で検出、繰り返し使用可能 毒性評価DNAチップ ・100種の毒性物質の検出用MEMSチップ ・野外使用、30万円/枚 MOSFETやバイオセンサーの開発		

エネルギーの発生・貯蔵・伝送デバイス / 生体埋め込みデバイスの電源

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
		環・工(2)-1 グルコース燃料電池に代表される生体物質による発電 ・下段定型分子籠等の利用による色素、酸化還元触媒の安定化、定面積高密度化 ナノ・マイクロオーダーの加工	環・工(2)-3 湿式光合成電池の実用化 ・交換効率20%、50円/Wp ナノ・ファブリケーション
		環・工(2)-2 生体分子利用による酸化還元メディエータの特定電極のみにおける濃縮 ・例えばヨウ素の糖を利用した濃縮ヨウ素イオンのみの放出 ナノ・ファブリケーション	環・工(2)-4 生体内ATPを活用した埋め込みデバイスの駆動電源 ナノマシーン設計
			環・工(2)-5 ナノバイオ電池 ・グルコースなどの生体分子を燃料とした超小型、埋め込み型の燃料電池の開発 ・外部動力を必要としない人工臓器の開発 ・長寿命

生体材料

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
工業(1)-1 ボトムアップ用人工DNA素材の開発 水溶液以外の状態における生体分子の物性の 探査	工業(1)-2 ナノパターン形成・ボトムアップ用人工蛋白・ ペプチド素材の開発 ・1万円/kg バイオ・ナノブロックの集積		工業(1)-3 DNA/RNA以外の自己複製可能なボトム アップ用素材の開発 ・1万円/kg ウイルス・パーツの利用
			工業(1)-4 バイオ分子とシリコン回路とのインタフェー ス用分子素材 ・1万円/kg 超安定生体分子

生産技術

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
	工業(2)-1 デザインブル・ナノバイオ ・DNA architecture + function構造体では三重 螺旋や四重螺旋、ワイヤー、テトラパックの検 ・塩基やリン酸、砂糖の モデファイ、分子スイッ チ、分子コントロールも検討 ・分子デザイン技術 ・ナノバイオ・アドレッシング技術	工業(2)-4 水溶液中でのデバイス構築 ・固体基盤を利用しない溶液回路 ・溶液中での特性を生かした並列型高速演算 デバイス 溶液LSI	工業(2)-5 ナノバイオ・プラント(工場) ・低環境負荷型物質生産システム
	工業(2)-2 材料のエネルギーデータベース(DB)化 ・生体分子の特性(蛍光、発光、導電性、安定 化エネルギー)データベース		工業(2)-6 人工オルガネラの構築 ・安価少量、超多品種生産に対応(CO ₂ 、 H ₂ O、アンモニア、アミノ酸など) 材料分子の機能化
	工業(2)-3 ナノバイオ・パーツ(構造体)コレクション ・DNA caged sensorやマイクロ構造体(100ナノ-1 マイクロ)を1ナノで制御		

ナノ触媒

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>工業(3)-1 微細、定型分子籠(内径制御ナノチューブ等) 量産によるたんぱく質の安定化 ・1kg 10万円</p> <p>たんぱく質の詰め込み技術</p>	<p>工業(3)-2 ナノポーラス中酵素固定水浄化システム ・ナノポーラス構造中に酵素を固定、水中に浸漬させるだけで浄化 ・ナノポーラス材はシートでもブロックでも構わない ・数百万～数千万ノユニット</p> <p>ナノ・ポーラス材料の量産技術</p>	<p>工業(3)-4 酵素の極限状況(触媒毒の存在、毒性の高い溶媒中)での使用を可能とする マトリックス(スキャフォールド)の開発 ・5万円/kg</p> <p>超安定化酵素</p>	
	<p>工業(3)-3 微細、定型分子籠の簡便回収法の確立 ・水系でも安定な強磁性体ナノ粒子による ・1kg 20万円</p> <p>・たんぱく質と親和性のあるリガンドの開発 ・高水溶性間能基の導入やペプチド・短鎖核酸などによる修飾</p>		

微小ロボット

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>工業(4)-1 MEMSやマイクロ工場 ・ファインケミカルや医薬原体製造 ・生産金額の5%</p> <p>・マイクロ流路、 ・マイクロミキシングの原理と反応実験</p>	<p>工業(4)-2 動物の動きを真似たマイクロ・ロボット ・直径3cm以下の管で作動、1日100m検査・処理 ・20万円</p> <p>マイクロ・ロボット開発</p>	<p>工業(4)-3 微生物の動きを再現したマイクロ・ロボット ・直径3mm以下の管で作動、1日10m検査 ・20万円</p> <p>バイオインスパイアード 高分子アクチュエーター</p>	<p>工業(4)-4 微小傷を自己修復する素材 ・微小な傷や断線を自己修復する素材、人工関節や電子デバイスなど</p> <p>超小型ロボットの開発</p>
			<p>工業(4)-5 NEMS、体内の埋め込みデバイス ・エネルギー自己生産、生体物質変換 ・20年間稼働、200万円</p> <p>マイクロポンプ・ミキサー</p>

ナノバイオ電子デバイス (LSI関連など)

I期 (2004 ~ 2007年)	II期 (2008 ~ 2010年)	III期 (2011 ~ 2015年)	IV期 (2016 ~ 2020年)
<p>工業(5)-1 正確な相補鎖認識配列もしくはそれを行う物質の探索 ・生体分子によるナノブロックの構築</p> <p>・配列認識補完物質(ピロール・イミダゾール)等による ・生体分子と低分子化合物のコンジュゲート</p> <p>・低分子化合物に応答して機能を発揮する生体分子など</p> <p>バイオ・ナノブロックの探索・利用法の確立</p>	<p>工業(5)-3 DNA等自己集合分子を鋳型にしたデバイス構成の開発 ・側鎖もしくはグループバインターに酸化還元分子またはペンタセン等伝導分子導入(回路構成部品化)</p> <p>DNA集合体を大面積、均一に作る技術、アドレッシング技術による回路化</p>	<p>工業(5)-5 微細加工で作られたナノキャビティー利用によるスプラナノ集積化 ・100ナノ以上の加工をトップダウン加工</p> <p>・100ナノ以下の回路化を左の開発で実現した部品で</p> <p>均一な回路を大量に作る技術</p>	<p>工業(5)-7 生体分子・微細加工技術融合による環境低負荷安価プロセスの実現</p> <p>生命体を模倣したエネルギー取得部品で</p>
<p>工業(5)-2 50nmの線幅の高密度LSI/自己組織化コンデンサー・抵抗</p> <p>バイオ分子と親和性のある微細構造の創生技術</p>	<p>工業(5)-4 自己組織化LSI</p> <p>・複数の抵抗、スイッチなど搭載</p> <p>3次元微細構造表面の部位特異的的化学修飾・functionalization</p>	<p>工業(5)-6 線幅16nmの超高密度LSI/自己組織・修復LSI</p> <p>・分子操作技術 ・分子組立技術</p>	

包括ロードマップ(研究用検査機器分野)

生体内高分子ナノレベル可視化動態解析

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>研(1)-1 光学的手法による可視化動態解析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分解能100nm ・20万円(1サンプル) ・分子シグナル増幅技術 ・生体内ナノセンシング技術 ・ナノ細胞マッピング ・たんぱく複合体相互作用解析 ・人工ナノ細胞・構造解析 	<p>研(1)-3 細胞内動画観察(1分子)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞内動画観察20フレーム/秒、解像度 ・1000万円 ・プローブ開発 ・シグナル増幅技術 	<p>研(1)-4 光学的手法及びナノプローブ法を用いた可視化動態解析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分解能10nm ・30万円(1サンプル) プローブ技術 	<p>研(1)-5 マルチナノプローブ法を用いた可視化動態解析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分解能1nm ・40万円(1サンプル) 3Dクライオ電顕
<p>研(1)-2 細胞内動画観察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞内動画観察20フレーム/秒、解像度300nm ・1000万円 2光子励起分子 			

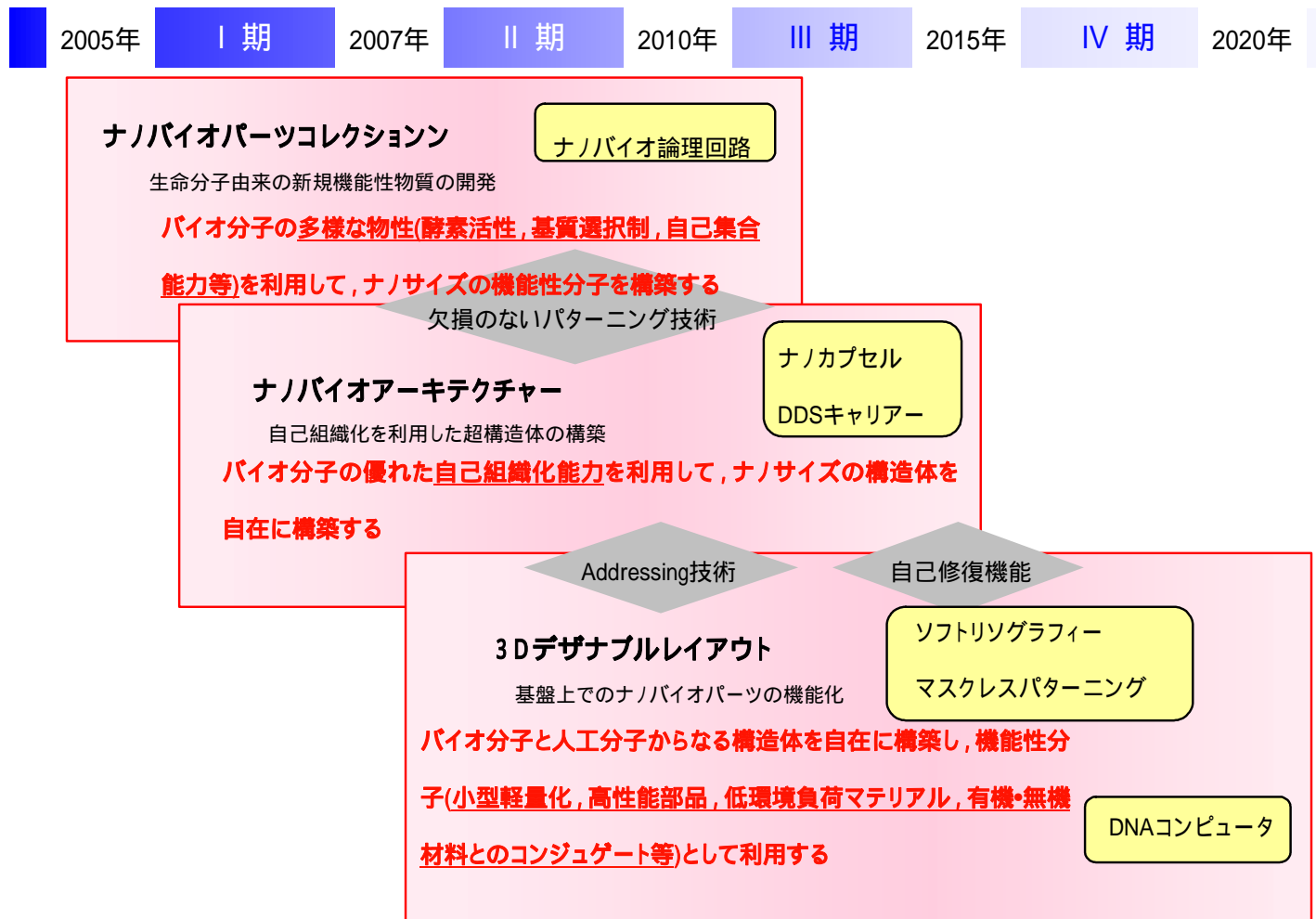
アレイ表面分析

I期(2004～2007年)	II期(2008～2010年)	III期(2011～2015年)	IV期(2016～2020年)
<p>研(2)-1 走査型プローブ顕微鏡を用いて基板上に固定化された低分子の化学構造を分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1台2500万円 ・蛋白質の失活を最小限に抑えてアレイ化する技術 ・ハイブリダイゼーション ・工程管理(quality control) ・製造装置・検査装置 	<p>研(2)-2 アレイ上に高集積度で並んでいる任意のスポットに固定化された低分子あるいは高分子の分析が可能なピンポイント分析質量分析計(できれば低分子と高分子の複合体、どちらか片方がアレイ上に固定されている)の分析も可</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1台3500万円 新しい質量分析 ・蛋白質の失活を最小限に抑えてアレイ化する技術 	<p>研(2)-3 従来に無い方法でマイクロアレイ上で合成・固定化した低分子化合物の3次元構造や他分子(高分子など)とのアレイ上での相互作用が観察できる機器・システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1台5000万円 生体分子アレイの汎用化 	
		<p>研(2)-4 従来に無い方法でマイクロアレイ上で合成した化合物、あるいは固定化した高分子(蛋白、酵素など)の3次元構造や低分子との相互作用がリアルタイムに連続的に観察できる機器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1台7000万円 クライオ電顕像の画像処理 	

戦略ロードマップ(デバイス)

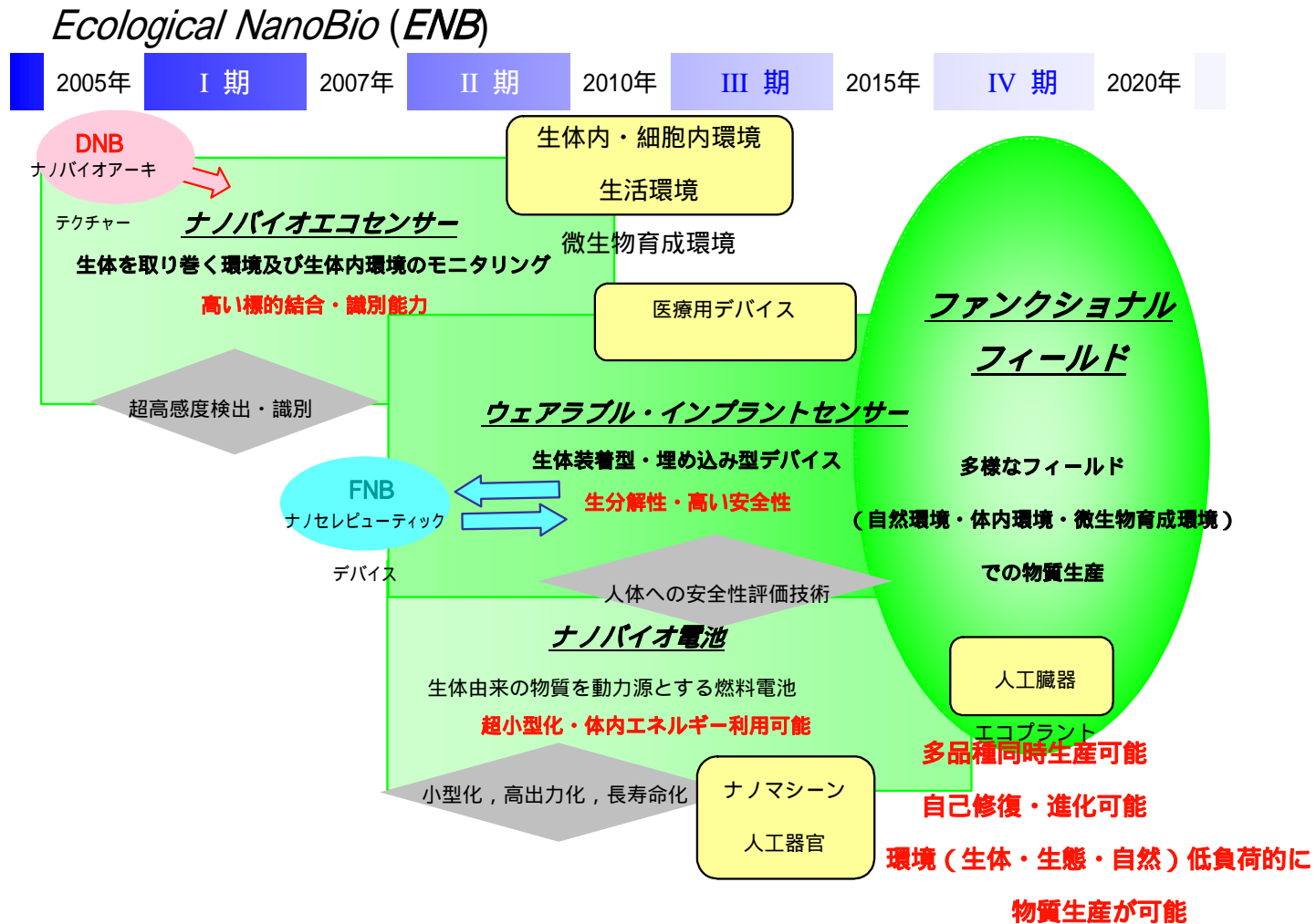
デザインブルナノバイオ:

生体分子が持つ高度に制御された自己組織化能を利用した、ナノオーダーで高度に制御できる構造体の設計と分子設計に必須となるストラテジーの構築が求められる。



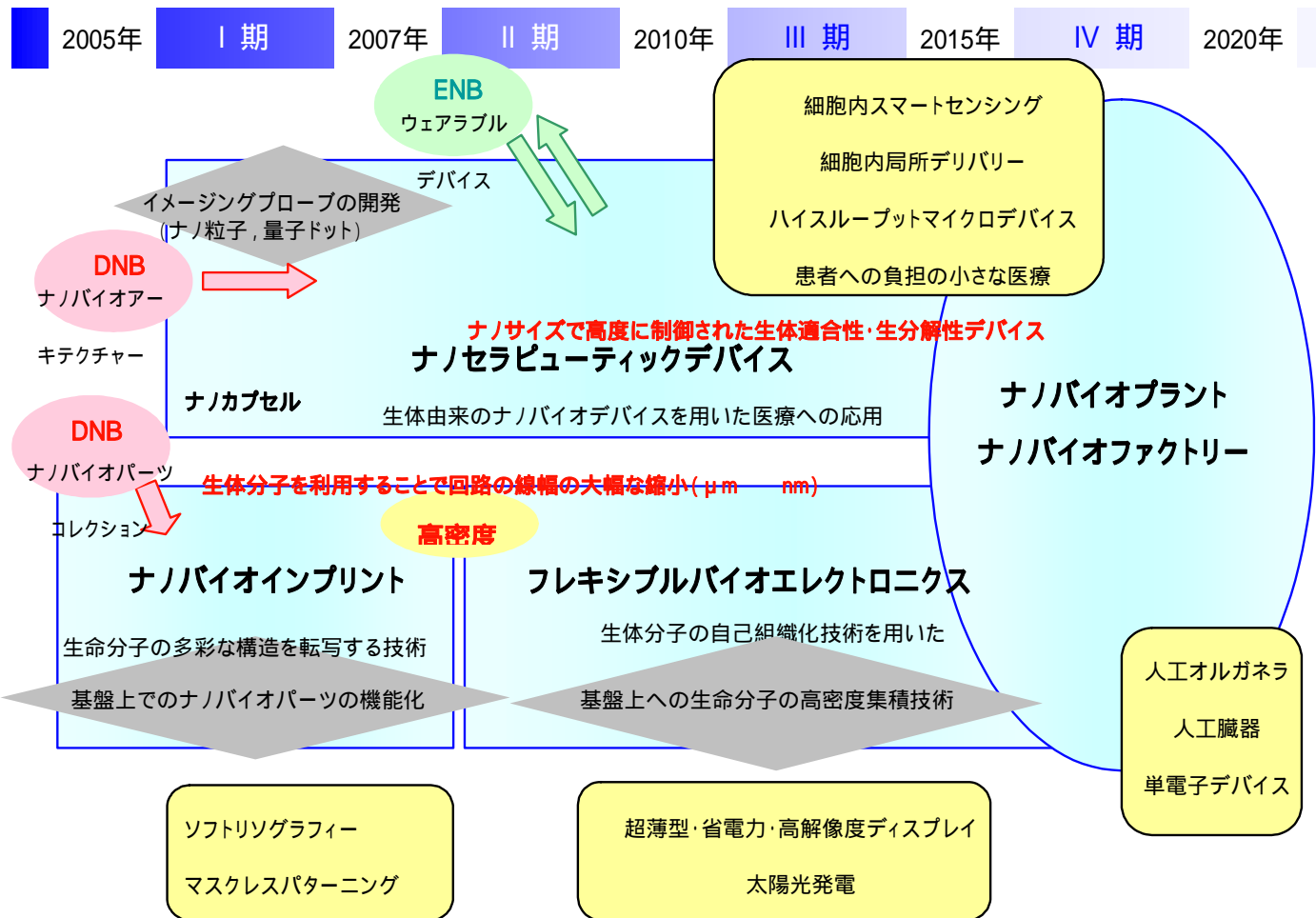
戦略ロードマップ(デバイス)

エコロジカルナノバイオ



ファンクショナルナノバイオ

Functional NanoBio (FNB)

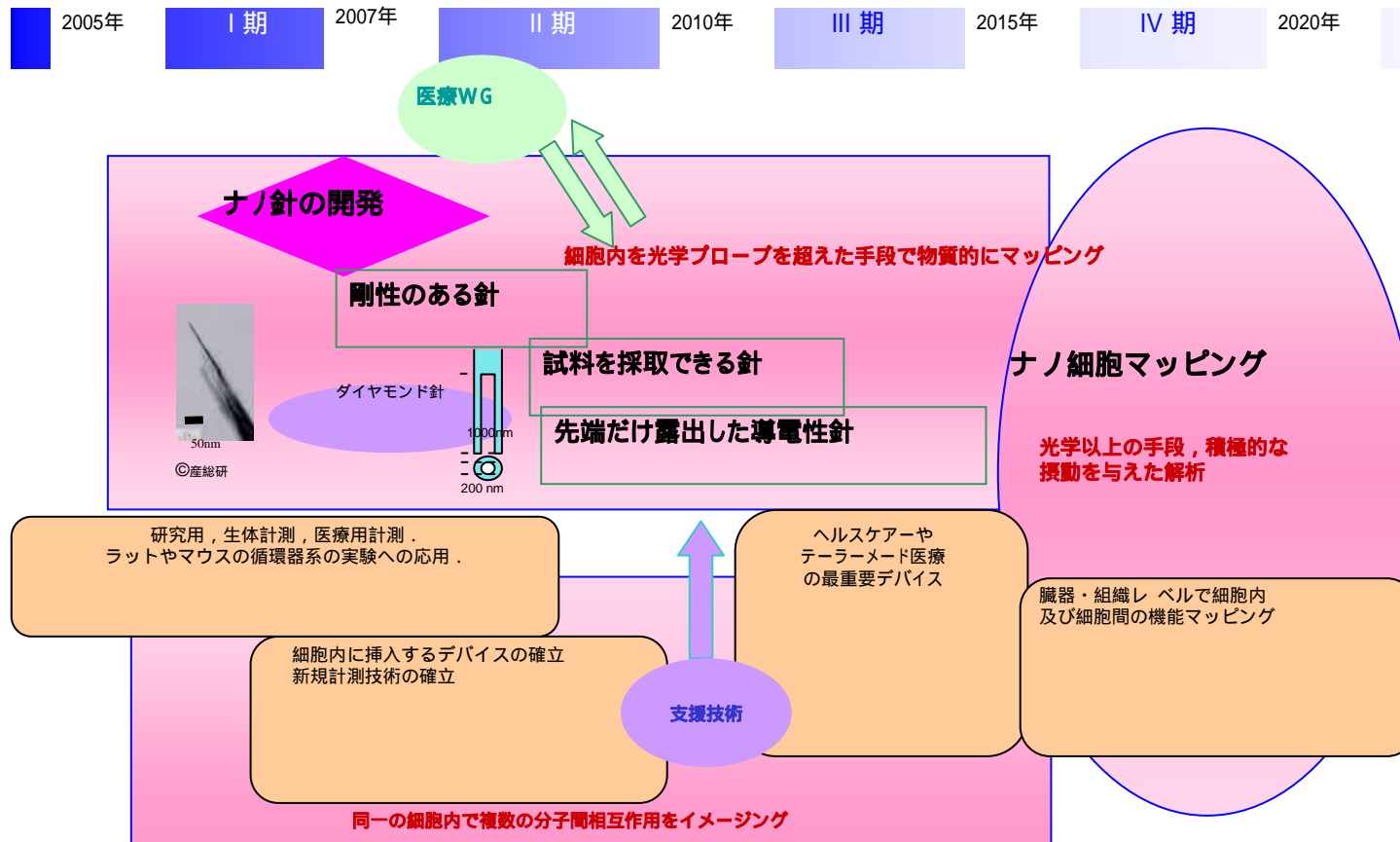


戦略ロードマップ(計測)

ナノ細胞マッピング:

バイオにおいて、ナノ技術の最も有効な適用対象となるものは、細胞内空間における物質の振る舞い、特にその動きと分布であることから、細胞内物質の時系列的、空間的变化の同定手段の確立が求められる。

ナノ細胞マッピング



戦略ロードマップ(医療)

セラピューティックデバイス/バイオ人工臓器：
ナノテクノロジーとバイオテクノロジーとを医療技術と融合した新しい医工連携研究により画期的な技術の出現可能性が大。これらの技術の融合の中で、特に医療現場、産業界からのニーズを考慮し、医療分野の戦略ロードマップで取りあげるべきテーマとしてセラピューティックデバイス、バイオ人工臓器を選定。

