「オープンイノベーション論」

我が国の産・学・官の抱えるイノベーション・プロセスにおける課題の解決の方向性

第13回　エコプレミアムクラブ　シンポジウム
２０１６年8月3日（水）
国際文化会館　「岩崎小彌太記念ホール」

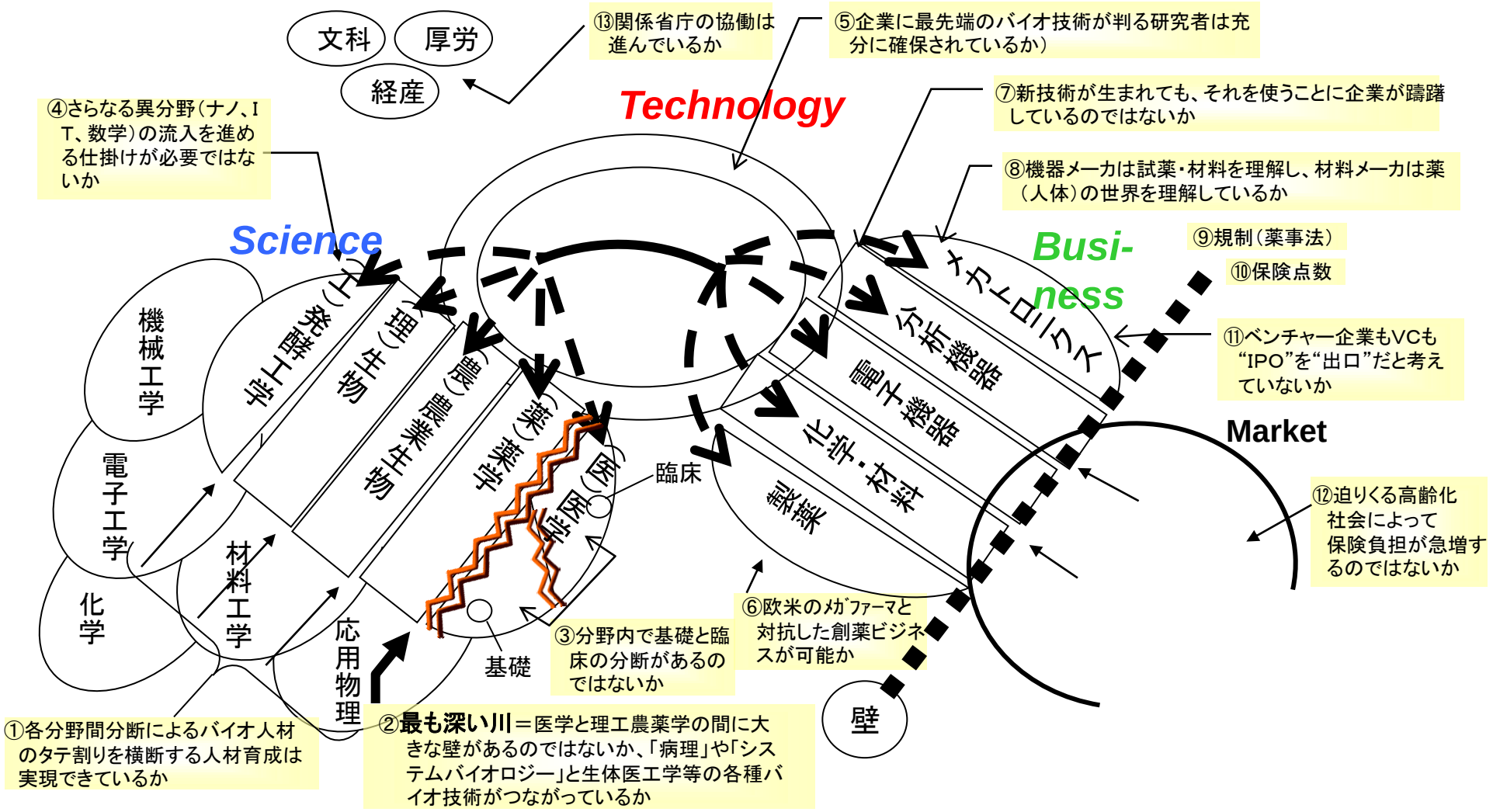
安永　裕幸
（Ph. D., 産業技術総合研究所　理事・企画本部長）

我が国の産業セクター別のイノベーションプロセスの課題と異分野融合の推進

（注：安永裕幸の個人的見解を含んでいます）

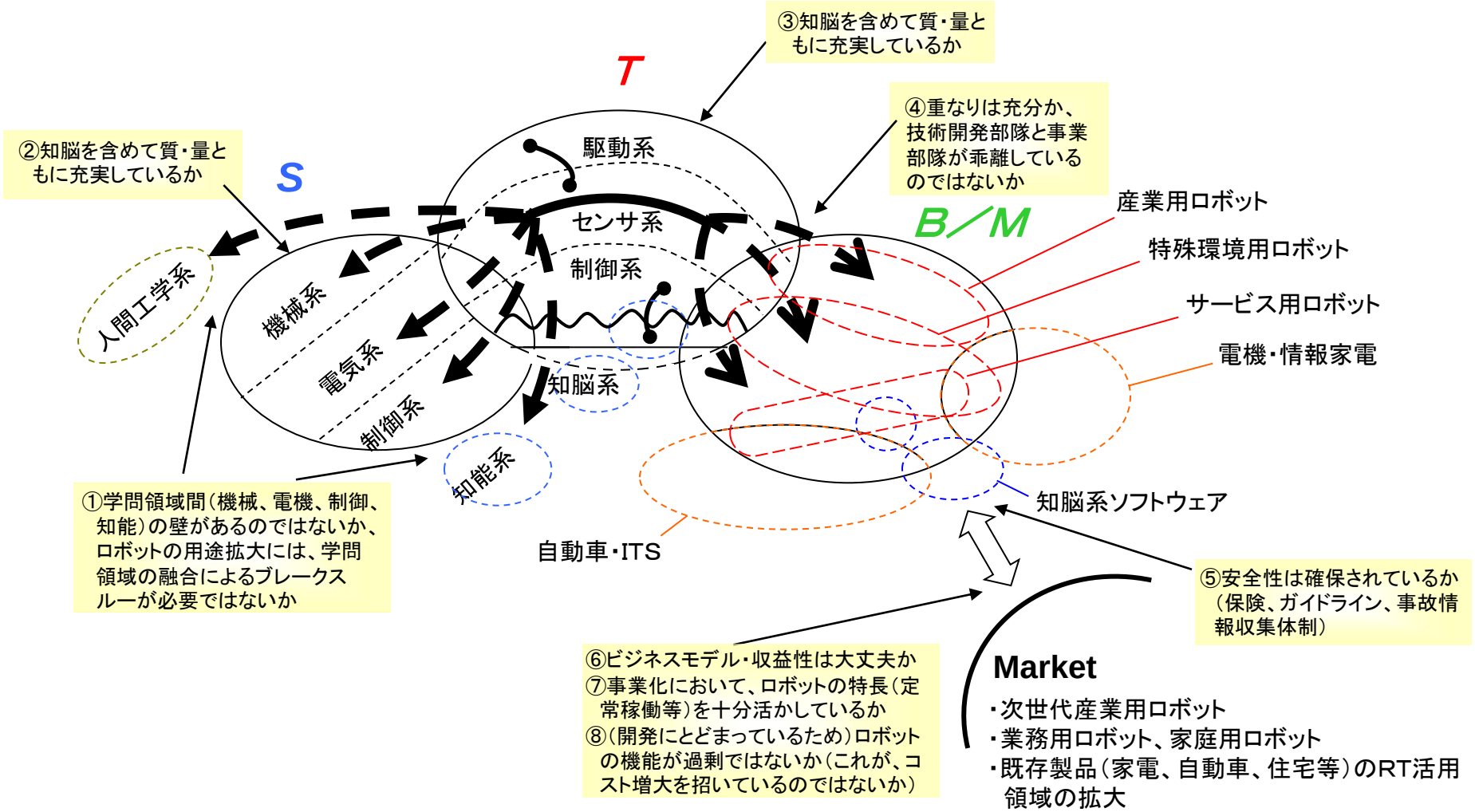
わが国のイノベーション・プロセスの課題

○セクター別仮説（その1） ～創薬・医療機器



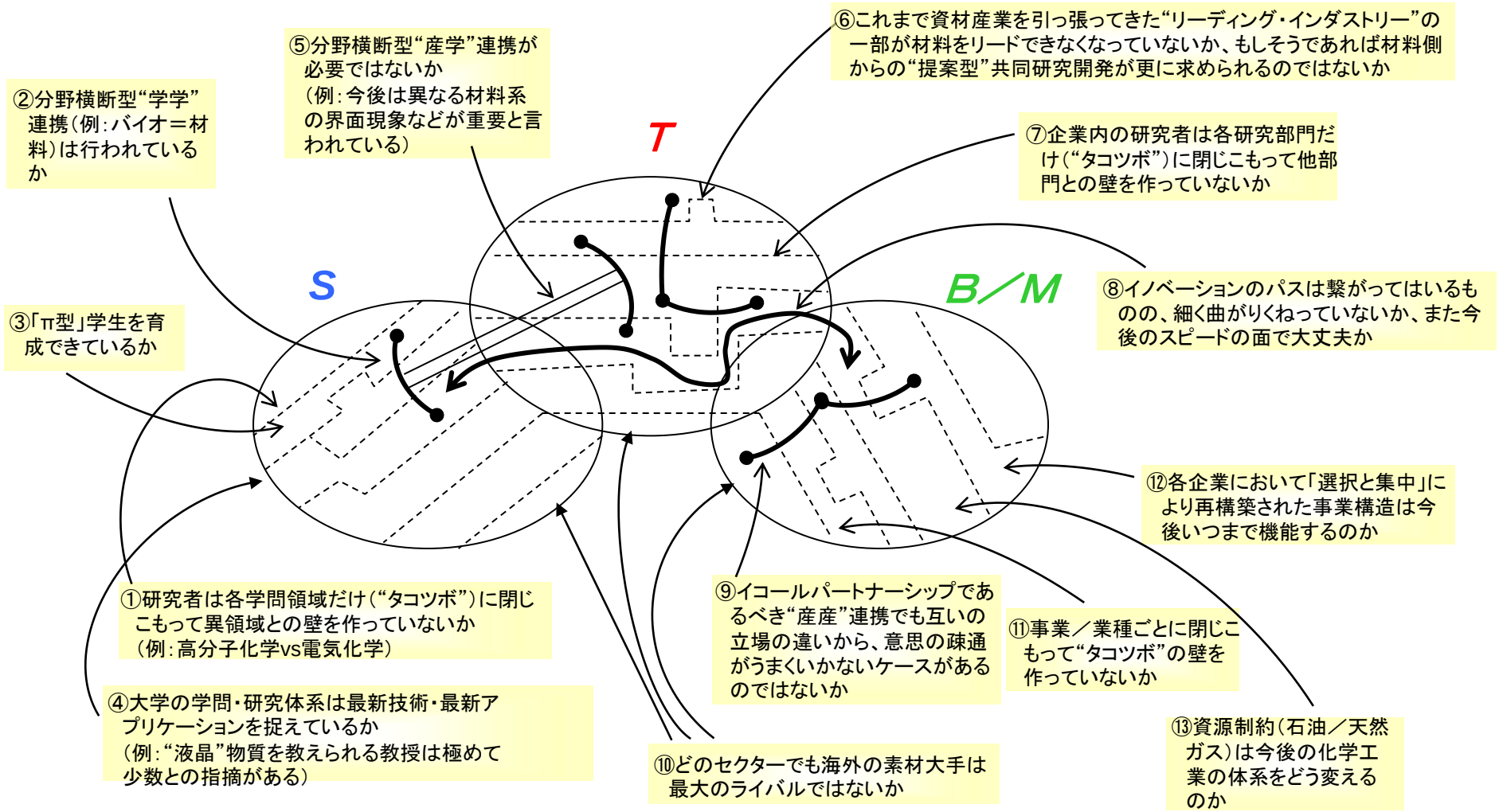
わが国のイノベーション・プロセスの課題

○セクター別仮説（その2） ～ロボット



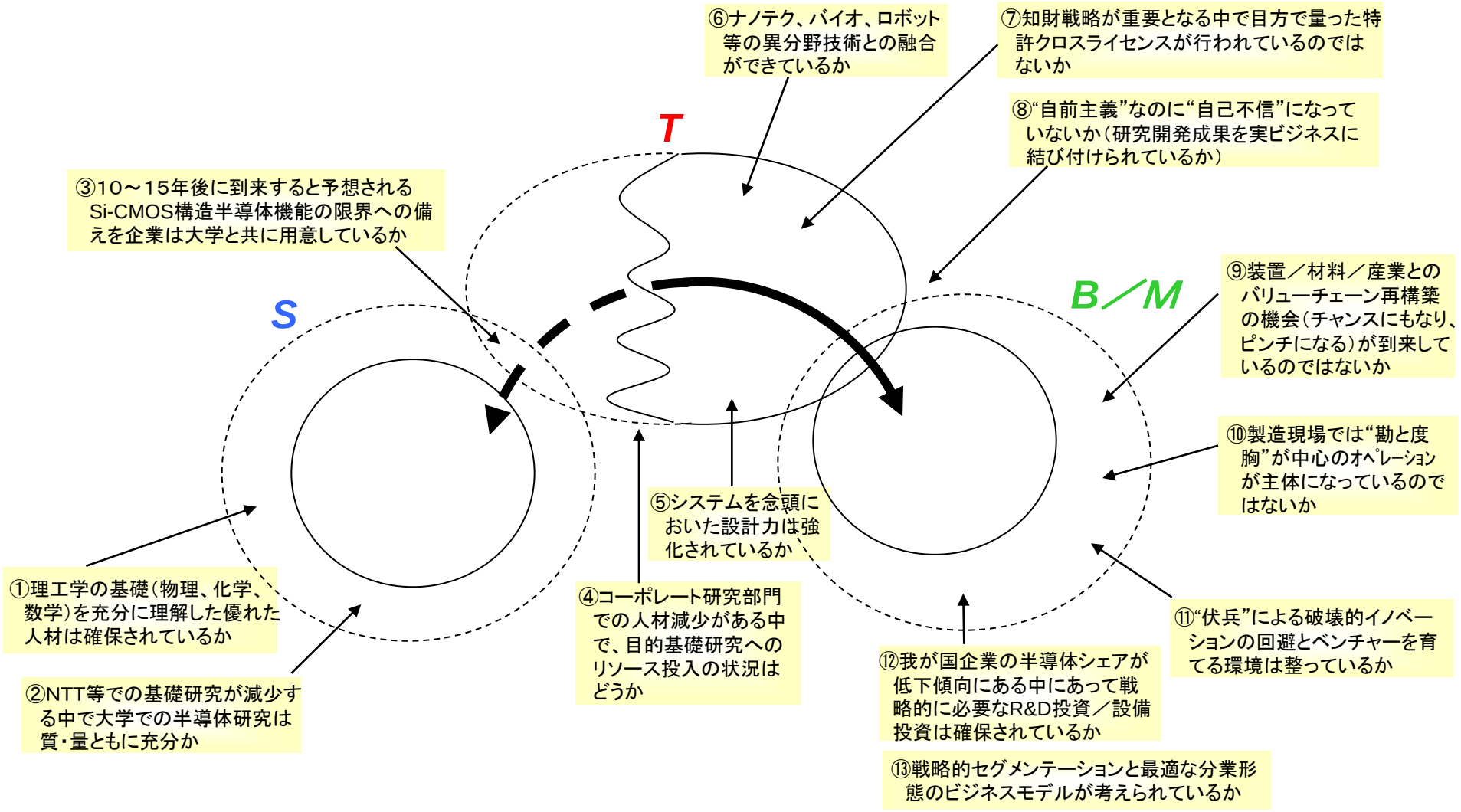
わが国のイノベーション・プロセスの課題

○セクター別仮説（その3） ～機能性化学品



わが国のイノベーション・プロセスの課題

○セクター別仮説（その4）　～半導体・エレクトロニクス



わが国のイノベーション・プロセスの課題

技術課題の質的変化①

半導体製造用露光技術の今昔

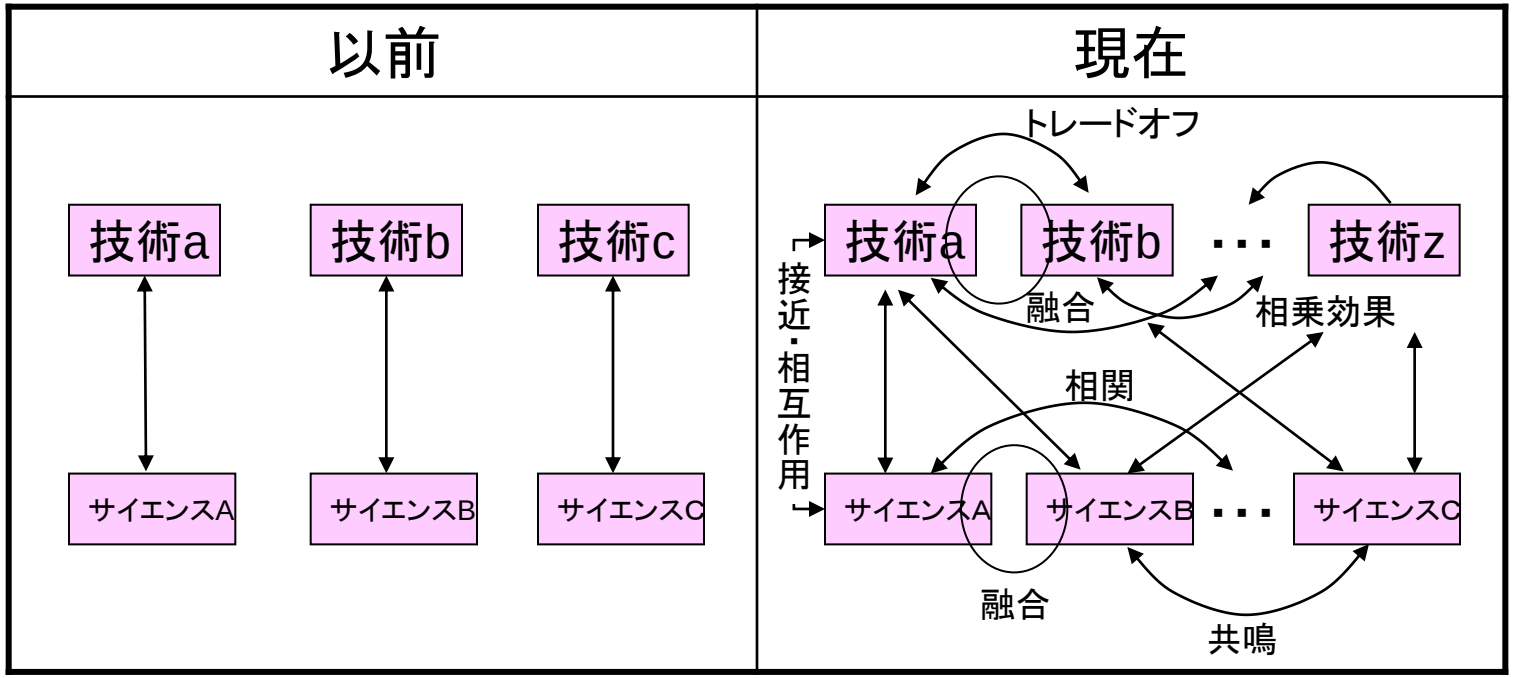
25年前の露光装置	2003年頃から現在までの先端製造ラインで用いられてきている90~22nm級露光装置	まもなく量産プロセスに導入されるEUV（極短紫外線）露光装置
・露光光源 水銀ランプ（波長365nm）	エキシマレーザ（ArF）光源（波長193nm）	プラズマ発光EUV光源（波長13.5nm）
・光学系 通常の光学ガラス	合成石英 or CaF_2 （曲面加工が大変）	レンズ系は使用不可。多層膜ミラー（機械研磨不可）の真空光学系が必要。 ミラーの汚染防止やデブリ対策も必要。
・マスク 通常のマスク （ガラス上に金属膜）	・短波長化に伴う光学的補正（OPC） 幾何補正ソフトウェア ・位相シフトマスク ・液浸 水で光を屈折させ、更に微細化する改良技術 32nm以細はダブルパターニング（二度書き）	モリブデン／シリコン多層反射型マスク （透過型マスクは使用不可能） 高度の検査技術が必要。 （精度0.1nm級）
・フォトレジスト 通常の溶解抑止型レジスト	化学増幅型レジスト	より耐久性と感度の高いレジストが必要。 反応機構の異なるメタルレジスト（Zr系）にも注目高まる
・エッチング	異方性（深さ方向のみ削れる）	極めて精緻なエッチングが必要
既存技術の組合せ・最適化で対応可能。	新技術の開発や課題解決にサイエンスが必要。また、ある分野の課題を解決するのに他の分野の技術が必要。	殆どの部分が全く新規の原理に基き、極限的精度（殆ど原子の大きさ並）を要する技術。極めて多分野の知見が必要。

わが国のイノベーション・プロセスの課題

技術課題の質的変化②

原因解析（仮説）

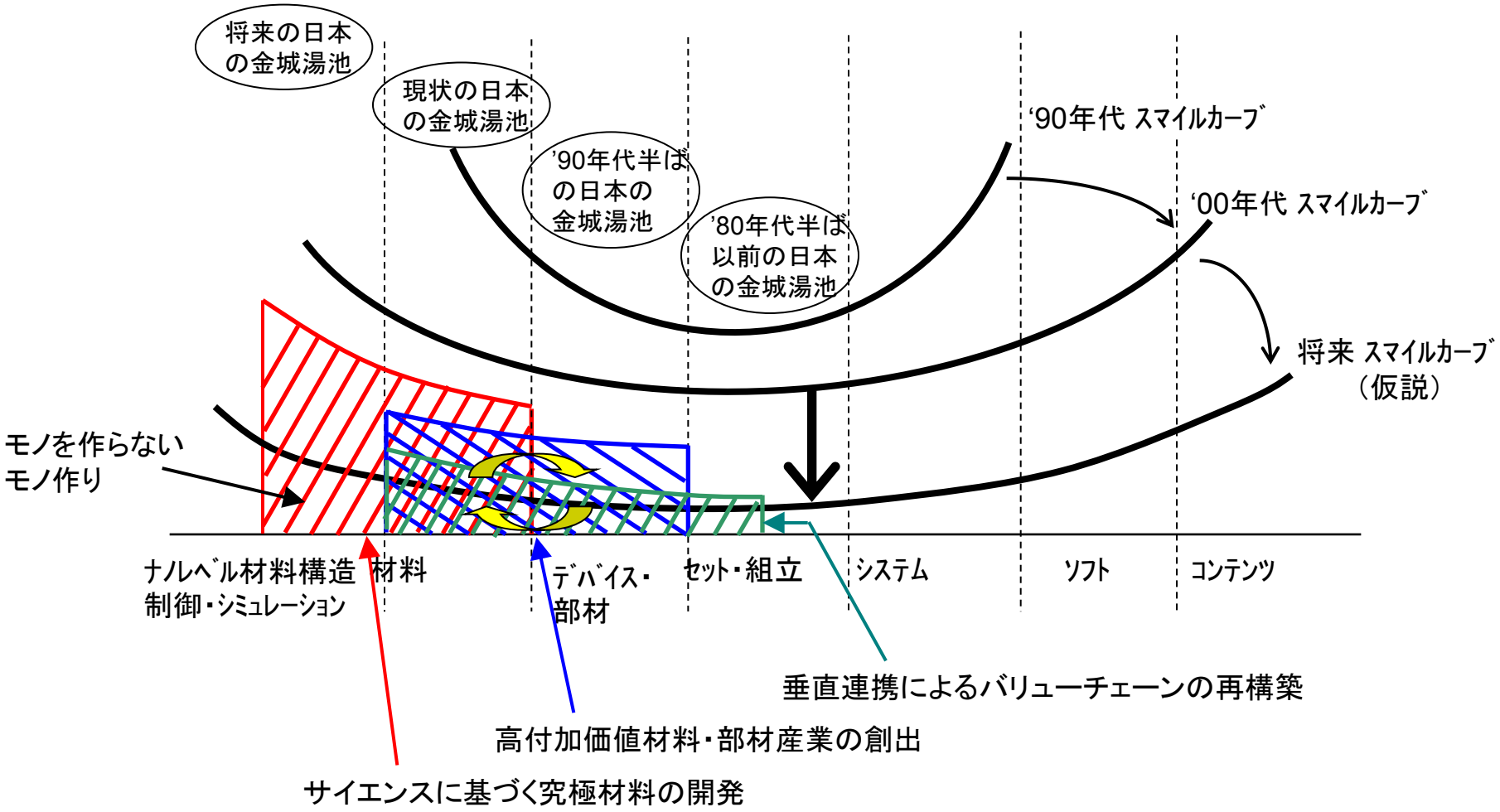
○ しかしながら、前頁のような現象は昔から経験してきた現象でもある。本当に変化したのは何か？



マネージメント容易　　マネージメント困難

わが国のイノベーション・プロセスの課題

●スマイルカーブとバリューチェーンの移動　～日本のモノ作りの強みの変化（仮説）～



わが国のイノベーション・プロセスの課題

日本に巣食う「タコツボ」文化の限界

①企業内部　事業部 vs 研究所 vs 経営中枢、異なる事業部間

②企業間　大企業に「目利き」がいない

- ベンチャーの新技術／製品を過去の実績のみで判断するという頓珍漢
- あるいは、公平なパートナーシップを作れない商慣行

③大学内・大学間　学部間、学科間、研究室間

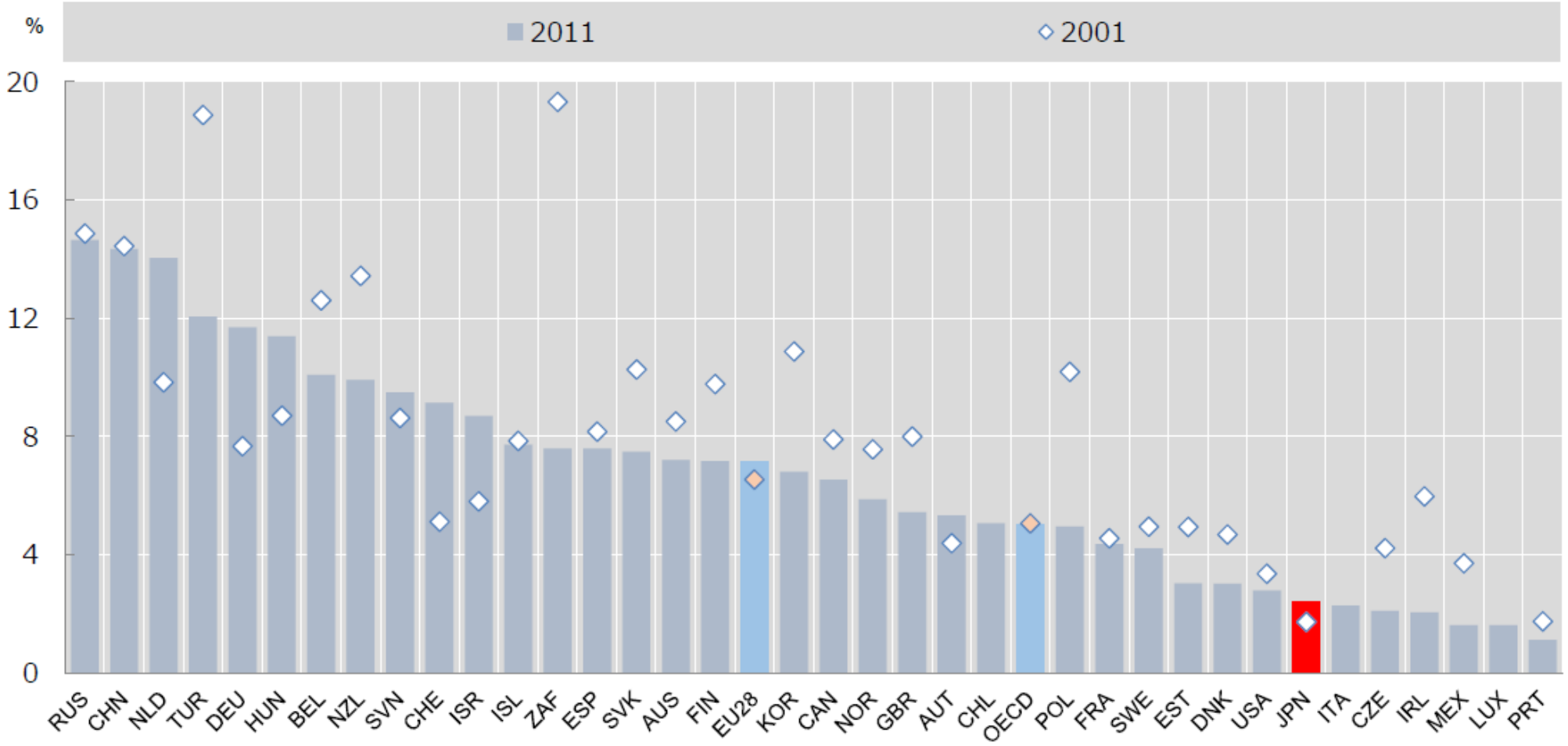
④企業と大学間　テクノロジーとサイエンスの相互共鳴を活かす産学連携より「単に大学の手持ちのアイデアをビジネスに手っ取り早くしてみる」easy-going型が多い。

⑤政府内　ヨコの連携は進みつつあるが、「タテ連携（探索→研究開発→標準化／導入普及）」はまだまだ。

企業による大学・公的研究機関への研究投資国際比較

大学及び公的研究機関の研究費に占める企業からの研究受入額の割合

＜Business-funded R&D in the higher education and government sectors＞
(As a percentage of R&D performed in these sectors)



OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 を内閣府が編集

データ収集の実績は2001年と2011年の2回のみ

大学、企業属性別の産学連携の課題

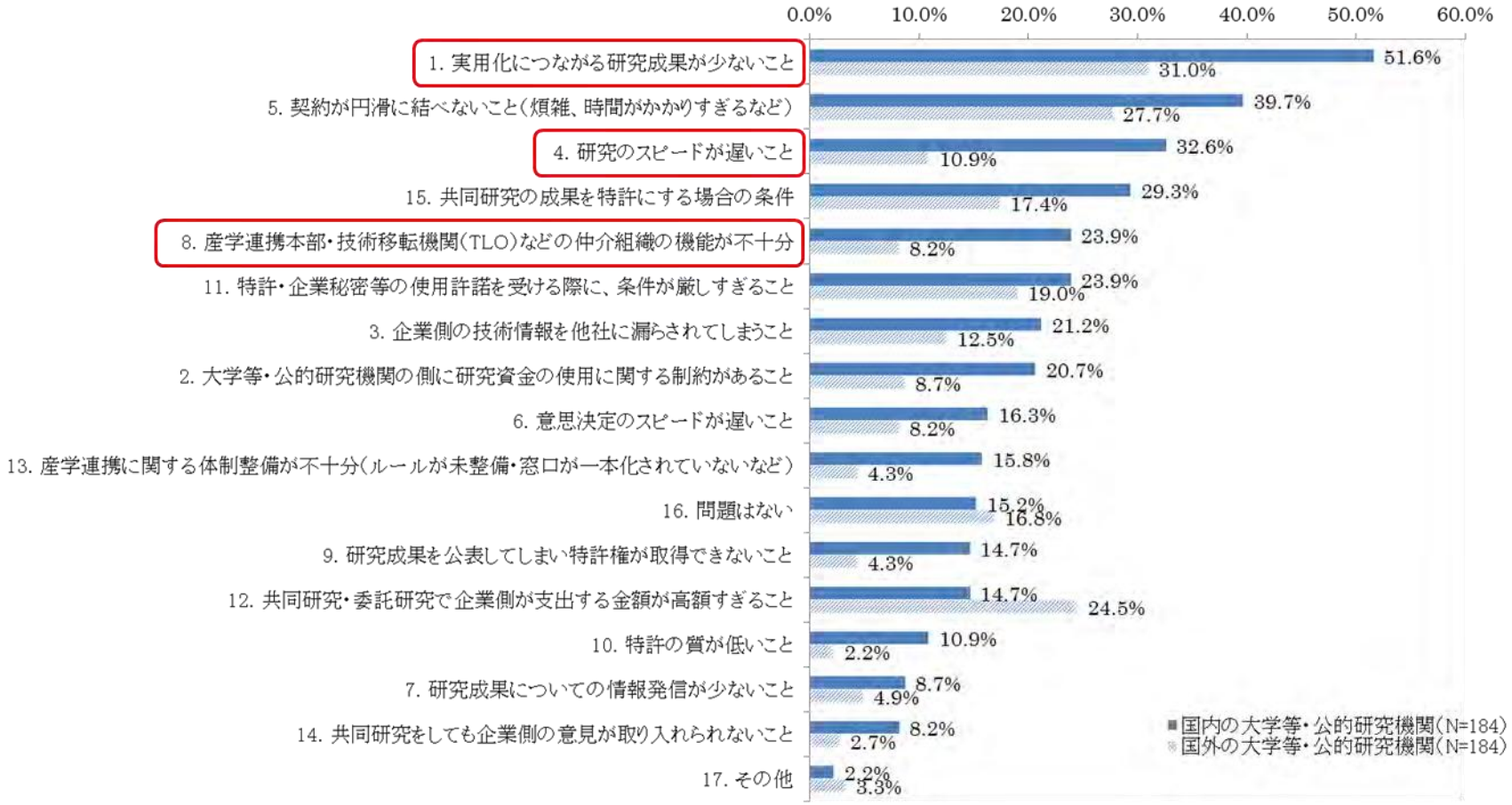
○ 大学側、企業側の両方に課題があり、歩み寄りが必要。

	出会い・きっかけ	計画立案～連携開始	体制づくり	プロジェクト管理
研究大学 × 大企業	＜大学・企業側＞ ◆ 関係固定化の懸念	＜大学・企業側＞ ◆ 目標・分担が曖昧 ◆ 契約内容の調整（成果帰属等）が長期化 ◆ 大型テーマになりがち	＜大学・企業側＞ ◆ 多人数・分野横断でコミットメントが低い ◆ トップの意向が末端レベルまで浸透せず	＜大学・企業側＞ ◆ 大規模研究にもかかわらずPMが不十分 ◆ 成果の評価が不十分なまま研究継続
研究大学 × 中小企業	＜大学側＞ ◆ 相手を知らない ＜企業側＞ ◆ 大学の敷居が高い ◆ テーマ（レベル）のミスマッチ	＜大学・企業側＞ ◆ 時間軸・規模感・相場感の違い ＜企業側＞ ◆ 契約事務が煩雑で企業が敬遠	＜大学側＞ ◆ 小規模のため担当教員の関心が薄れがち	＜大学側＞ ◆ 教員の個人的関心に引きずられがち
その他大学 × 大企業	＜大学側＞ ◆ 商品となるシーズ不足 ◆ 教員個人頼みの接点	＜大学側＞ ◆ 企業有利な契約条件を受入れがち ◆ 企業の下請的な扱いの場合も	＜大学側＞ ◆ 教員個人対応のため対応分野に限界 ◆ 組織的支援がなく教員の負荷状況に左右	＜大学側＞ ◆ 組織的支援がなく、教員の能力に依存 ◆ 企業側の（硬直的）対応に引きずられがち
その他大学 × 中小企業	＜大学・企業側＞ ◆ お互いを知らない ◆ 相手を探す余裕がない	＜大学・企業側＞ ◆ 組織的なサポートがなく契約外（手弁当）になりがち	＜大学・企業側＞ ◆ 産学双方リソース不足で研究規模が小粒	＜大学・企業側＞ ◆ 教員、企業担当の個人的関係に依存

出典：三菱総合研究所「第4期科学技術基本計画及び科学技術イノベーション総合戦略における科学技術イノベーションのシステム改革等のフォローアップに係る調査（2014）

企業が技術的知識を導入するに当たっての大学・公的研究機関側の問題点

○ 国内、国外の両方から技術的知識を導入した経験を有する企業に対して、企業が技術的知識を導入するに当たっての大学等・公的研究機関側の問題点を確認した。国内の大学等・公的研究機関は、国外機関と比較して、「研究のスピードが遅い」、「実用化につながる研究　成果が少ない」「産学連携本部・技術移転機関（TLO）など仲介組織の機能が不十分」といった点に問題があることが指摘されている。



出典：科学技術・学術政策研究所「民間企業の研究活動に関する調査報告2013」NISTEP REPORT　No.160（2014年9月）を基に文部科学省作成

国際産学連携：海外企業にとっての「魅力」と「課題」

○ 海外企業から国内の大学等を見た場合、魅力もあるが課題も多いため今後更なる改善が必要。

出典：経済産業省平成22年度産業技術調査事業「国内外における国際的な産学連携活動の実態等に関する調査」平成23年3月㈱三菱総合研究所

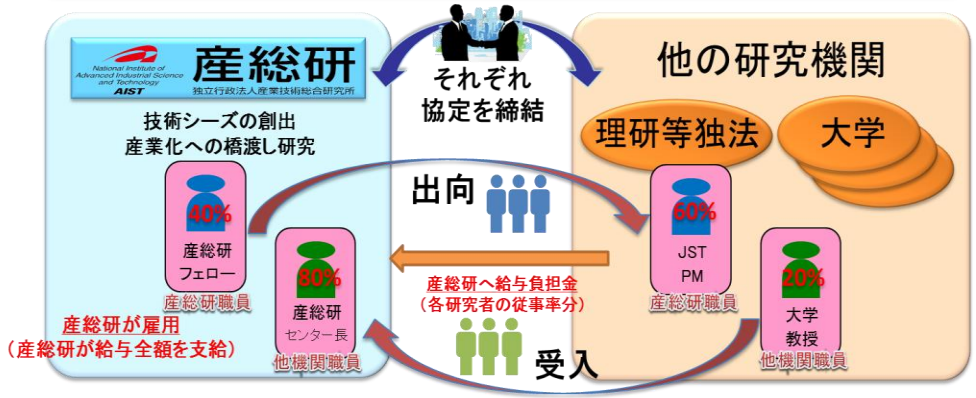
「おカネ」より深刻な「人材」をどうするか？

	量	質	運動量
日本	「賢い日本人」で戦う。 →1.2億人 （実質はそれ以下）	タコツボ的 問題解決型 他人と同じ道 家康型	少 （拠点死守型）
米国	「賢い人間」を世界中から集める。 →ポテンシャルは60億人	俯瞰的 問題発見型 他人と違う道 信長型	大 （領地開拓型）

産総研全体でのクロスアポイントメント制度活用状況

◆ 大学、公的研究機関等、複数の機関と雇用契約関係を結び、どちらの機関においても所属する者として活躍できるクロスアポイントメント制度を平成２７年度から本格的運用。

クロスアポイントメント制度の概要



	No.	所属機関	役職	領域	期間［年］
産総研→大学	1	名古屋大学	研究グループ長	材料・化学	3
	2	大阪大学	主任研究員	エネルギー・環境	1
	3	千葉大学	上級主任研究員	生命工学	1
	4	筑波大学	総括研究主幹	材料・化学	5
	5	筑波大学	研究チーム長	材料・化学	5

	No.	所属機関 出向元	役職	領域	期間［年］
大学→産総研	6	名古屋大学	教授	エレクトロニクス・製造	3
	7	名古屋大学	教授	材料・化学	3
	8	大阪大学	教授	エネルギー・環境	1
	9	山形大学	准教授	エネルギー・環境	1
	10	北海道大学	教授	材料・化学	3
	11	東京大学	教授	エネルギー・環境	5
	12	東北大学	教授	エネルギー・環境	2
	13	東北大学	教授	エレクトロニクス・製造	3
	14	九州工業大学	教授	エレクトロニクス・製造	2
	15	東京工業大学	准教授	材料・化学	3
	16	神戸大学	准教授	材料・化学	3
	17	神戸大学	准教授	エネルギー・環境	1
	18	筑波大学	教授	材料・化学	5
	19	筑波大学	教授	材料・化学	5
	20	大阪大学	教授	情報・人間工学	2

（H28.1.1現在）

リサーチアシスタント制度活用状況

「産総研のリサーチアシスタント（RA）制度」（平成26年度スタート）

■概要及び目的

○優秀な大学院生を雇用し、経済的な不安無く学位取得のための研究活動に専念できる制度。

○全国10カ所の産総研の研究拠点で実施されている国の研究開発プロジェクトや、民間企業との共同研究プロジェクト等に参画すると共に、その研究成果を学位論文に活用可能。

○社会的ニーズの高い研究開発に参画することにより、実社会で必要とされる研究開発において、高度な研究実施能力や計画立案能力を涵養。

■実績

○平成26年4月よりRA制度の運用を開始し、**累計126 名**（※）の大学院生をRAとして雇用。引き続き運用状況を踏まえ受け入れ制度の改善を図り、更なる制度活用を促す。

※平成26年4月1日～平成28年2月1日時点

RA制度の実績（地域センター別）

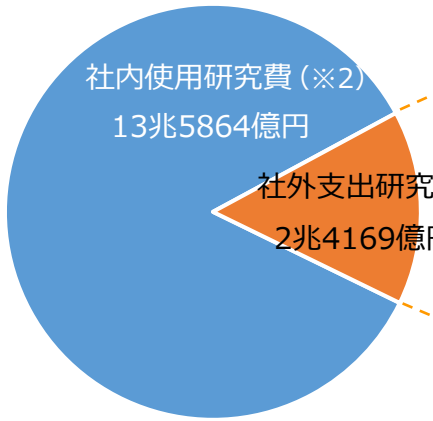
地域センター名	人数計	所属大学			
		人数	修士課程	人数	博士課程
北海道センター	2	1	北海道大学(1)	1	北海道大学(1)
福島再生可能エネルギー研究所	19	17	山形大学(2)、筑波大学(4)、東京理科大学(1)、東北大学(4)、日本大学(3)、福島大学(1)、明治大学(1)、会津大学(1)	2	筑波大学(1)、日本大学(1)
東北センター	1	1	東北学院大学(1)		
つくばセンター	84	64	茨城大学(1)、広島大学(1)、高知大学(1)、山形大学(1)、芝浦工業大学(1)、早稲田大学(5)、筑波大学(21)、東京工業大学(2)、東京大学(10)、東京電機大学(2)、東京農工大学(2)、東京理科大学(8)、日本大学(1)、富山大学(1)、法政大学(1)、北海道大学(1)、明治大学(1)、青山学院大学(1)、名古屋大学(1)、千葉工業大学(1)、慶応義塾大学(1)	20	横浜国立大学(1)、九州工業大学(1)、上海交通大学(1)、新潟大学(1)、千葉大学(1)、早稲田大学(1)、筑波大学(8)、東京大学(1)、東京理科大学(1)、東北大学(1)、北海道大学(1)、University of Edinburgh(1)、室蘭工業大学(1)
臨海副都心センター	12	9	筑波大学(2)、東京工業大学(6)、東京大学(1)	3	東京工業大学(2)、東京大学(1)
中部センター	4	2	愛知工業大学(1)、京都大学(1)	2	京都府立大学(1)、名古屋工業大学(1)
関西センター	2	2	京都工業繊維大学(1)、奈良先端科学技術大学(1)		
中国センター	1			1	UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA（マレーシア・プトラ大学）(1)
九州センター	1	1	九州大学(1)		
総計	126	97	愛知工業大学(1)、茨城大学(1)、京都工業繊維大学(1)、九州大学(1)、広島大学(1)、高知大学(1)、山形大学(3)、芝浦工業大学(1)、早稲田大学(5)、筑波大学(27)、東京工業大学(8)、東京大学(11)、東京電機大学(2)、東京農工大学(2)、東京理科大学(9)、東北大学(4)、奈良先端科学技術大学(1)、日本大学(4)、富山大学(1)、福島大学(1)、法政大学(1)、北海道大学(2)、明治大学(2)、青山学院大学(1)、東北学院大学(1)、名古屋大学(1)、千葉工業大学(1)、会津大学(1)、慶応義塾大学(1)、京都大学(1)	29	横浜国立大学(1)、京都府立大学(1)、九州工業大学(1)、上海交通大学(1)、新潟大学(1)、千葉大学(1)、早稲田大学(1)、筑波大学(9)、東京工業大学(2)、東京大学(2)、東京理科大学(1)、東北大学(1)、日本大学(1)、北海道大学(2)、名古屋工業大学(1)、UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA（マレーシア・プトラ大学）(1)、University of Edinburgh(1)、室蘭工業大学(1)

（H28.2.1現在）

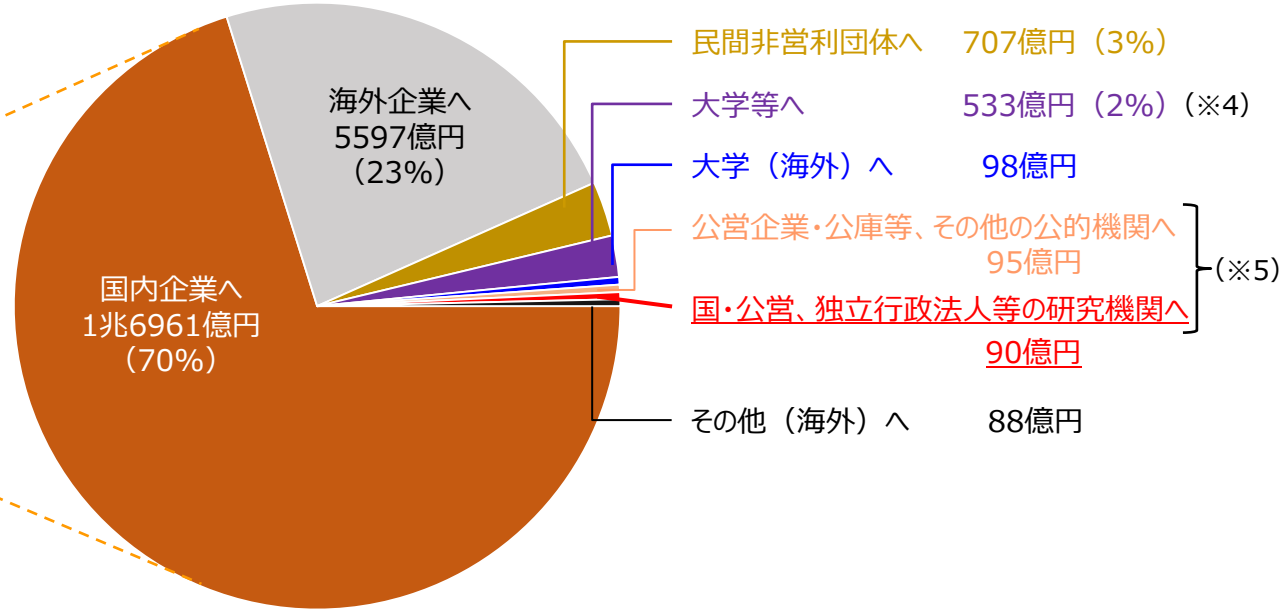
日本企業の公的研究機関活用状況

- ◆ 平成26年度に日本企業が社内で使用した研究費が13.6兆円であるのに対し、社外に支出した研究費は2.4兆円。
- ◆ そのうち、国内の公的研究機関へ支出した研究費は90億円（注：総務省の企業に対する統計調査）であり、国内の大学に支出した研究費（533億円）に対し、6分の1。社外研究支出のわずか0.4%。

日本企業の研究費（※1）
（社内使用／社外支出別）
（平成26年度実績）



社外支出研究費内訳（平成26年度実績）



（出所）総務省統計局「平成27年科学技術研究調査」（http://www.stat.go.jp/data/kagaku/index.htm）より作成
（※1）資本金1000万円以上の会社法に規定する会社を対象とした調査。
（※2）自己資金及び外部から受け入れた資金のうち、社内で使用した研究費。
人件費、原材料費、有形固定資産の購入費、無形固定資産の購入費、リース料及びその他の経費の合計。
（※3）外部へ研究費として支出した金額。（委託費、賦課金等名目を問わない）
（※4）大学等が国内企業から受け入れたとしている研究費は1046億円となっており、上記数値とは不一致。なお、文科省の調査によれば、大学等が国内企業から受け入れたとしている研究費は527億円（平成26年度実績）。
（※5）公的機関（国・公営、独法等の研究機関、公営企業・公庫等、その他の公的機関）が国内企業から受け入れたとしている研究費は286億円となっており、上記数値とは不一致。

（参考）特許関係ランキング

◆ 産総研は、大学・研究機関の特許資産規模、牽制力ランキングでは国内トップ。

大学・研究機関の特許資産規模ランキング

順位	前年	機関名	特許資産規模	登録件数
1	1	産業技術総合研究所	117,345	9,685
2	2	科学技術振興機構	49,629	2,749
3	3	東北大学	29,719	1,105
4	4	東京大学	27,693	976
5	5	物質・材料研究機構	23,057	1,780
6	8	原子力・ 代替エネルギー庁（仏）	21,746	885
7	6	鉄道総合技術研究所	19,766	1,348
8	12	大阪大学	19,234	694
9	13	理化学研究所	18,635	742
10	9	東京工業大学	18,554	878
11	10	名古屋大学	17,523	607
12	7	農業・食品産業技術総合研究機構	17,032	1,212
13	15	京都大学	16,454	614
14	14	九州大学	16,365	499
15	16	フランス国立科学研究センター	16,062	727

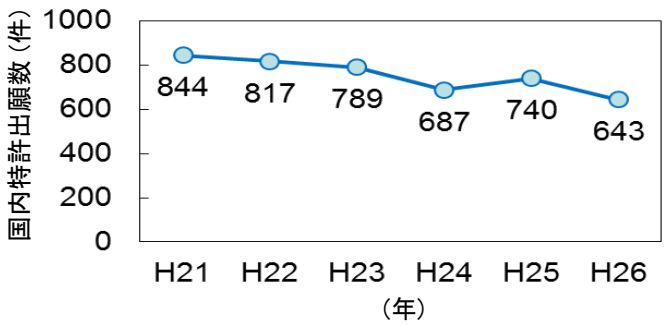
（出典）（株）パテントリザルト「大学・研究機関　特許資産の規模ランキング2014」（H26.8.18発表）
特許資産規模とは、特許として出願された技術の注目度を質の観点から指標化したもの。
※同社が独自に算出した値（パテントスコア）に、特許の残存年数をそれぞれの権利ごとに乗じたものを積み上げ、積算したものとの説明。

大学・研究機関　他社牽制力ランキング

順位	企業名	引用された特許数
1	産業技術総合研究所	1,450
2	科学技術振興機構	800
3	東北大学	285
4	物質・材料研究機構	262
5	東京工業大学	250
6	理化学研究所	249
7	カリフォルニア大学	247
8	東京大学	229
9	情報通信研究機構	204
10	電力中央研究所	192

（出展）（株）パテントリザルト 「大学・研究機関　他社牽制力ランキング2014　上位10社」（H27.5.8発表）
日本特許庁に特許出願され、2014年12月までに公開されたすべての特許のうち、2014年1月から12月末までの期間に拒絶理由（拒絶理由通知または拒絶査定）として引用された特許を抽出。

（参考）産総研の国内特許出願件数の推移



「おカネ」より深刻な「人材」をどうするか？

産業技術人材と流動化（コンセプト）

《人材種別》	《所属》	《ミッション》	《流動性》
研究人材	大学 公的研究機関 企業コーポレートラボ	次世代・次々世代の技術の研究（事業ドメイン未確定） ⇒ 物理限界の突破	国籍／組織を超えた流動性が重要
オーバーラップ有			
開発人材	企業開発・設計部門 工場	現行技術の延長上の新技術・製品の開発・応用 工場オペレーションの改善 ⇒ 装置限界の突破	社内（開発部門、事業企画、工場）での流動性は重要
オーバーラップ有			
運用人材	工場・現場	現行技術の下での操業の改善・円滑化 ⇒ 運用限界の突破	流動性は不要

トップ研究者の“異分野融合”を進める

はじめに～“異分野融合”すると何がいいのか？

《事例１》アントニオ猪木・異種格闘技戦のケース

ｉ）新しい技（ワザ）が生まれる。（延髄斬り、逆十字腕ひしぎ・・・）

ii）新しいライバル／パートナーが世界中から集まり切磋琢磨する。

（ウィレム・ルスカ（柔道）、モハメド・アリ（ボクシング）、ザ・モンスターマン（空手）・・・）

iii）新しいマーケットが生まれる。（後楽園ホール（2000人）から東京ドーム（6万人へ））

《事例２》異分野融合で「新しい」ものが生まれた事例

ｉ）パン＋まんじゅう（あずきあん）＋酒種酵母→木村屋あんパン

ii）モダンジャズの和声理論＋ブラジルのリズム（サンバ）→ボサノヴァ

（アントニオ・カルロス・ジョビン／スタン・ゲッツ&アストラッド・ジルベルト）

iii）機械工学＋電子工学　→　メカトロニクス

iv）機械部品加工＋半導体プロセス技術→MEMS（デジカメ手ぶれ防止センサ、

自動車エアバック用加速度センサ）

v）ウェットなバイオ技術＋ITによる検索技術→バイオインフォマティクス

《留意点》全てが成功する訳ではない。レベルの低い“バッタ物”も生まれる。

異分野技術の「融合」の事例（1）

○MEMS（メムス＝微小電子機械）

半導体製造技術を使って、超小型の機械要素部品を作成し、センサやアクチュエータとして応用する技術。

機械技術
・圧力や動きを感知したり動作を生み出す機械部品。
・超小型化が困難でバラツキが大きい。

＋

半導体製造技術
・シリコン基板上に写真製版技術で微細構造を製造する技術。

＝

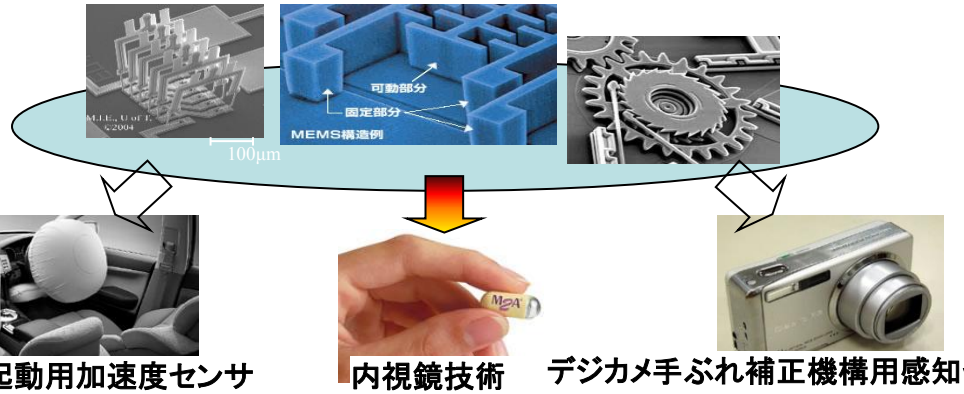
MEMS
・機械部品（センサ、アクチュエータ、スイッチ等）を超小型化できる。
・信頼性が向上し、壊れにくくなる。

1960年代～　アポロ計画

アポロ計画における人工衛星製作にあたって、NASAは優秀な電気技術者や機械技術者など多種多様な人材を結集。
センサ部品の小型化や信頼性向上が必要となり、大学を中心としてMEMSの研究が開始された。

1990年代～　民生用部品として拡大

当省の10年間のマイクロマシン技術研究開発プロジェクト（’91’～01）が大きく貢献。
国プロに参加した企業が後年に圧力センサや加速度センサなどの多くのMEMSを開発した。



エアバッグ起動用加速度センサ
（デンソー）

内視鏡技術
（オムロン）

デジカメ手ぶれ補正機構用感知センサ
（松下電工）

※MEMS=Micro Electro Mechanical Systems

異分野技術の「融合」の事例（2）

○バイオインフォマティクス（生物情報科学）

生物の構造や機能を決定するDNA塩基配列を情報処理技術を使って決定し、創薬や病気予防を行う技術。

バイオ（生化学）技術
- ヒト遺伝子の塩基（基本物質）の配列を決定することにより創薬や病気予防を行う。
- ヒトのDNAは30億個の塩基の配列であり、人手による化学的方法では解析に数百年必要。

＋

情報技術（IT）
- 大量のﾃﾞｰﾀの中から配列に関する情報を瞬時に検索・特定することができる。

＝

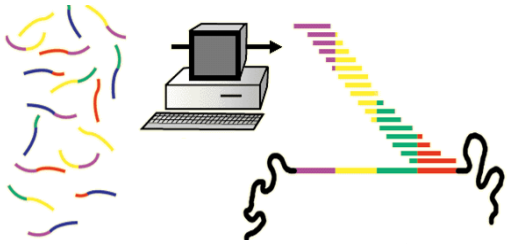
バイオインフォマティクス
- 人手では数百年かかる解析を数時間以内で終了可能。
- 効率よく個人の体質や特定の疾病をﾀｰｹﾞｯﾄとした創薬が実施可能。

1990年代～　ヒトゲノム計画（日米欧等の6カ国による国際プロジェクト）

ヒトのDNAの塩基配列を特定したり、何らかの配列の特徴を見出す作業を試験管と試薬を使って人手で実施。
2000年からはコンピュータによる塩基配列決定法（ショットガン・シークエンシング法）が導入されて解析が加速。

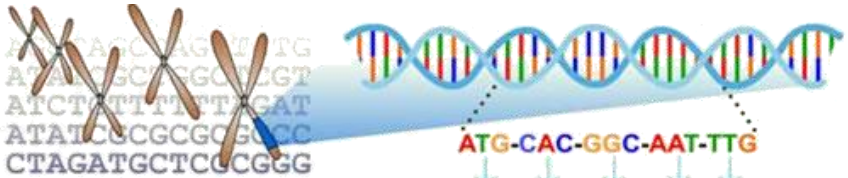
2000年代～　ゲノムサイエンスの知見を活用した創薬が本格化

創薬への活用に注目が集まり、製薬会社やコンピュータ会社が取り組みを開始。



ショットガン・シークエンシング法

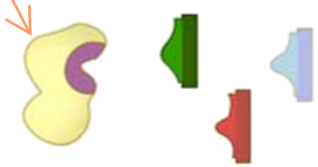
DNAをバラバラにして複製したものから重複部分を検索・削除することで元のDNAを再現。



染色体

DNA塩基配列により疾病原因を特定。

HGN配列をターゲットにした創薬（立体構造解析、データビジュアル化、等も活用）



異分野技術の「融合」の事例(3)

○メカトロニクス(機械電子工学)

大型の工作機械等の制御部分を電子回路化し、機械を小型軽量化・多機能化する技術。

機械技術(メカニクス)
・高機能化の要請に伴い機械全体が大型化・複雑化。
・動作変更のために部品の組み替えが必要であり使いにくい。

＋

電子工学(エレクトロニクス)
・小型化の容易な電子回路で精密かつ複雑な制御が可能。
・動作変更はﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ(数値)の変更のみで可能であり多機能化が容易。

＝

メカトロニクス
・機械を小型軽量化できる。
・より複雑・高度で多様な機能を柔軟に実現できる。

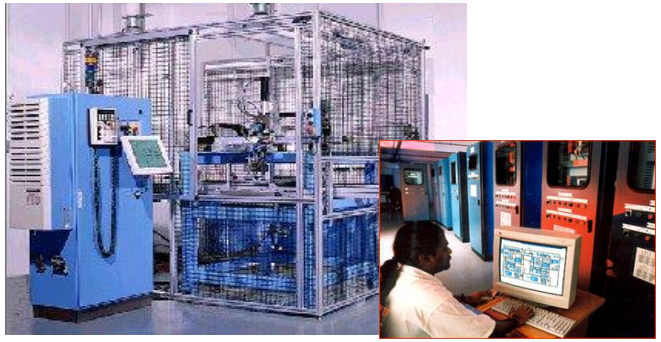
1960年代～　安川電機がメカトロニクスの概念を提案

安川電機の技術者であった森徹郎によって発表された概念。機械工学(Mechanics)と電子工学(Electronics)を融合。

1980年代～　多くの分野でメカトロニクス化が進展

制御に半導体マイクロプロセッサを用いることによって、自動化やあいまい制御など、より多様で便利な機能を実現。
部品の組み替えを行わずとも、プログラムの変更(書き換え)で、仕様の変更や追加に容易に対応可能。

NC旋盤(数値制御旋盤)



ファクトリー・オートメーション(FA)
＝製造工程自動化

異分野技術の「融合」の事例(4)

○光エレクトロニクス

光学と電子工学を組み合わせて、光を電気信号に変換する、あるいは電気信号を光に変換する技術。

光学(オプティクス)
・光は極めて高速で1秒間に地球を7周半できる。
・光はガラス中を減衰せず伝送可能。

＋

電子工学(エレクトロニクス)
・複雑な情報を電気信号化して伝送可能。
・雑音に弱く、減衰しやすい。

＝

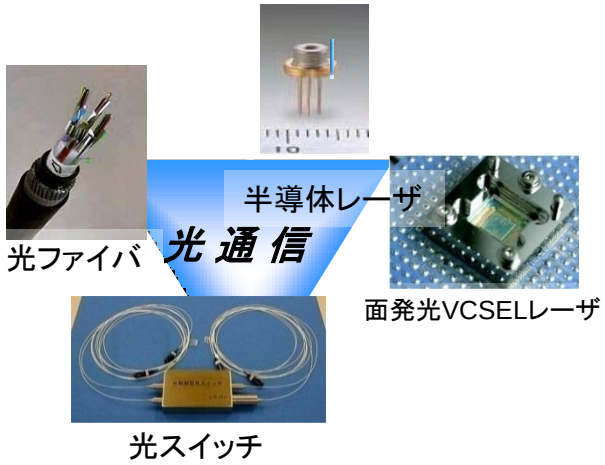
光エレクトロニクス(オプトエレクトロニクス)
・電気信号と光を相互に変換し、光ファイバを用いることにより、高速・大量・正確な通信が可能。

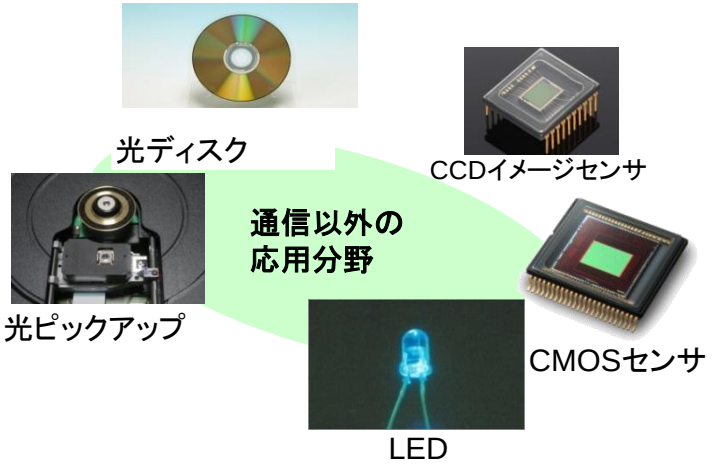
1970年代～　半導体レーザ、光ファイバーの開発・実用化

1970年に、林 巌雄(ベル研)、アルフェロフ(旧ソ連)らが、半導体レーザの室温での連続出力に成功。
1972年に、米国コーニング社のケックらが、透明度の高い低損失な光ファイバを開発。
これらにより光エレクトロニクスの研究開発が活発化した。

1980年代～　日本での研究開発が本格化

日本は光エレクトロニクスの要素技術(材料、デバイス、システム、通信)を全て保有。当省の光大プロ等のプロジェクトが大きく貢献。90年代からのインターネットの普及を促進。





異分野技術の「融合」の事例(5)

○ナノインプリント

樹脂にナノメートル級の微細パターンを持つ金型を押し付けて、微細な構造を形成する技術。

金型技術
・ハンコを押すように同型のものを低コストで量産可能。
・微細なﾊﾟﾀｰﾝを刻んだ金型は製造困難。

＋

微細加工技術
・電子ﾋﾞｰﾑによりナノメートル(10億分の1m)級の微細なﾊﾟﾀｰﾝの加工が可能。

＝

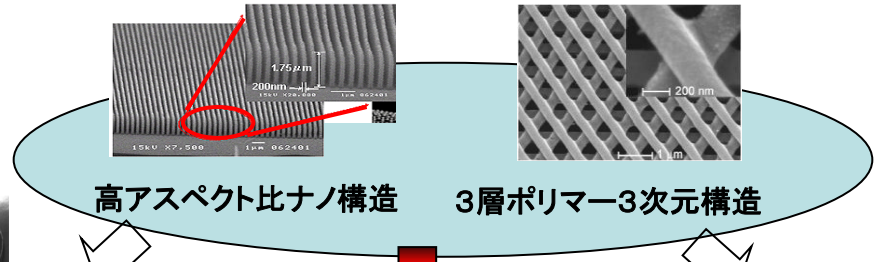
ナノインプリント
・化学工業用液体分離技術
・光の乱反射を抑える透明ｼｰﾄ
・次々世代の半導体やﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ等の製造が可能。

1993年～　金型技術のナノメートル級の加工への応用

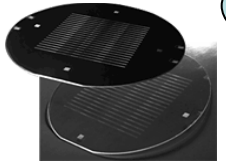
将来の半導体製造等に、複雑化する写真製版技術に代わって機械的でシンプルな金型技術を使う方法が、欧米の大学で研究され始めた。

2003年～　機械プレスが次世代微細デバイス製造技術の有力候補

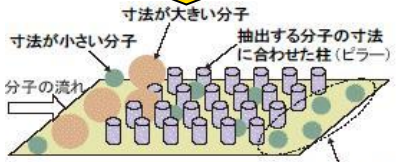
優れた微細パターン生成と経済性を持つナノインプリントが国際半導体技術ロードマップ(ITRS)2003年版に採択。
樹脂の材料特性の改善が進み、ナノインプリントは様々な製品の微細加工技術として注目。



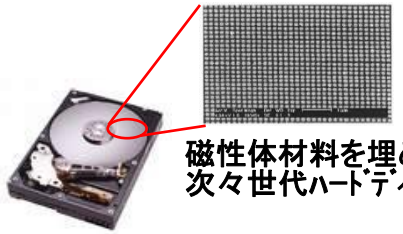
高アスペクト比ナノ構造　　3層ポリマー3次元構造



光分岐路デバイス用
金型・基板



バイオチップ
(分子分離チップ)



磁性体材料を埋め込んだ
次々世代ﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ

異分野技術の「融合」の事例(6)

○あんパン

西洋の「パン」と日本の「餡」と「酒種酵母」が融合した日本独自の菓子パン。

西洋のパン
・外国人のハイカラな食べ物。
・硬くパサパサしていて日本人の好みに合わない。
・日本へは「兵糧」として導入。

＋

饅頭
・柔らかい食感は日本人の好み。
・餡子は日本人に馴染みが深く、当時の甘味物ナンバーワン。

＝

あんパン
・日本人の嗜好に合った評判のパンとなる。
・「文明開化七つ道具」として人気を博す。

1869年～　日本で初めてのパン屋「文英堂」(のちの木村屋)が開店

外国人がパンを食べているのを見た木村安兵衛は、「日本人も、いつかはパンを食べるようになる。」と考え、長崎のオランダ人宅でコックを務めた料理人にパン作りを習う。

1874年～　あんパン発明

木村安兵衛は、①ふっくらとした食感をだすため酒種酵母を使い、②甘味として小豆餡を入れ、③味を引き締めるため桜の花の塩漬けでヘソを閉じた「あんパン(酒種あんぱん)」を開発。これが大人気を呼び「和魂洋才」の典型的な食の融合事例となった。

(粒あん)

あんパン

(こしあん)

異分野技術の「融合」の事例(7)

○インクジェット印刷による電子回路配線

金属微粒子を含むインクを用いてインクジェット印刷により電子回路を多様な基板に配線する技術。

インクジェット法印刷
・微粒子のインクを吹き付けて印刷する技術。
・紙でなくても印刷できる。

＋

電子回路配線
・エッチング(食刻)により製造。
・工程が複雑で、ｺｽﾄが増し、資源やｴﾈﾙｷﾞｰの消費量が大きい。

＝

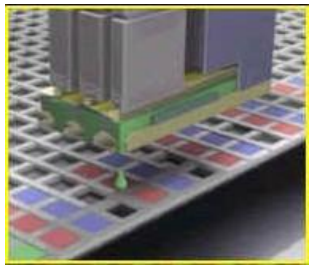
ｲﾝｸｼﾞｪｯﾄ法による回路配線基板の製造
・工程が単純で、品種の変更、短期間の納期に対応できる。
・使用する資源やエネルギーが低減される。

1880年～　　圧電効果の発見

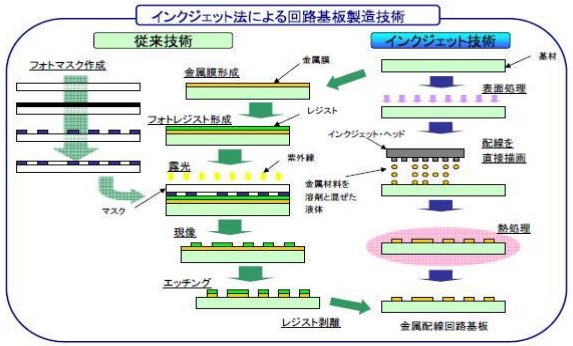
キュリー兄弟(仏)により水晶などに力を加えると電気が発生する圧電現象を発見。この現象を利用した圧電素子は、インクを吹き付けるインクジェット印刷のインクの噴き出し口として多く利用されている。

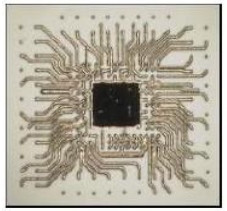
1970年代～　プリント配線基板、厚膜ICの製造に印刷を利用

あらゆる種類のインクが使用できる、印刷の版面が柔軟などの性質をもつスクリーン印刷(版に穴を空け、そこからインクを擦り付ける印刷。)が、電子回路等の配線を描くために導入され始めた。配線のみならず、電子部品の実装にも用いられ、工業製品に広く利用されるようになった。2001年頃よりインクジェット印刷の有機ELや電子回路配線などへの利用が注目され、2003年度よりNEDOにおいて3年間の研究開発が実施された。



インクの吹き出しイメージ





インクジェット印刷による描画例

インクジェット印刷を適用し作製した電子部品

異分野技術の「融合」の事例(8)

○異種格闘技戦

プロレス ＋ ボクシング
柔道
空手
サンボ・・・・ ＝ 異種格闘技戦

1975年　アントニオ猪木(プロレス)がモハメド・アリ(米・ボクシングヘビー級王者・ローマ五輪金メダリスト)の挑発に呼応し対戦を表明。

1976年　アントニオ猪木がウィレム・ルスカ(蘭・ミュンヘン五輪柔道無差別級・重量級金メダリスト)と初の異種格闘技戦を展開。
(@日本武道館. バックドロップ3連発で猪木TKO勝ち)

同年　アントニオ猪木がモハメド・アリと対戦(@日本武道館. 15R引分け)。猪木がルールの制約上、寝転がったままアリの足への攻撃に終始し、酷評を受ける。大戦後、アリは血栓症で入院。

1977年　アントニオ猪木が、ザ・モンスターマン(全米プロ空手王者)と対戦。猪木がパワーボムからのギロチンドロップでKO勝ち。