

文部科学省様
ナノテクノロジー・材料分野の
研究開発戦略検討作業部会

資料3
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
第9期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会
ナノテクノロジー・材料分野の研究開発戦略検討作業部会
(第3回)

素材・化学分野の事業の特性と次世代技術 ～ベンチャーキャピタルの視点から～

ユニバーサル マテリアルズ インキュベーター株式会社

最初に: 私たちの紹介

DATE 29NOV2017

No. 2



Universal Materials Incubator Co.,Ltd.

ユニバーサル マテリアルズ インキュベーター(株)

- ✓ 2015年に産業革新機構(INCJ)からスピナウト
- ✓ INCJ時代(2013～2016年)に8件約52億円を投資(既に1件IPO)
- ✓ 世界でも数少ない素材・化学分野特化VC
- ✓ 素材・化学分野の事業経験・経営経験有するメンバーを中心に16人のメンバーで運営
- ✓ 現在、100億円の1号ファンドを運用中(2016年1月設立)
- ✓ 10社のLP(9社の素材・化学大企業+INCJ)、150社以上の国内外の大企業ネットワーク、2年間で300件を超える案件検討
- ✓ 5社に投資実行・・・計12～14社に投資予定



五稜化学株式会社



植物生まれのランセット針
株式会社 ライトニックス

TSUBAME BHB

Arzeda.



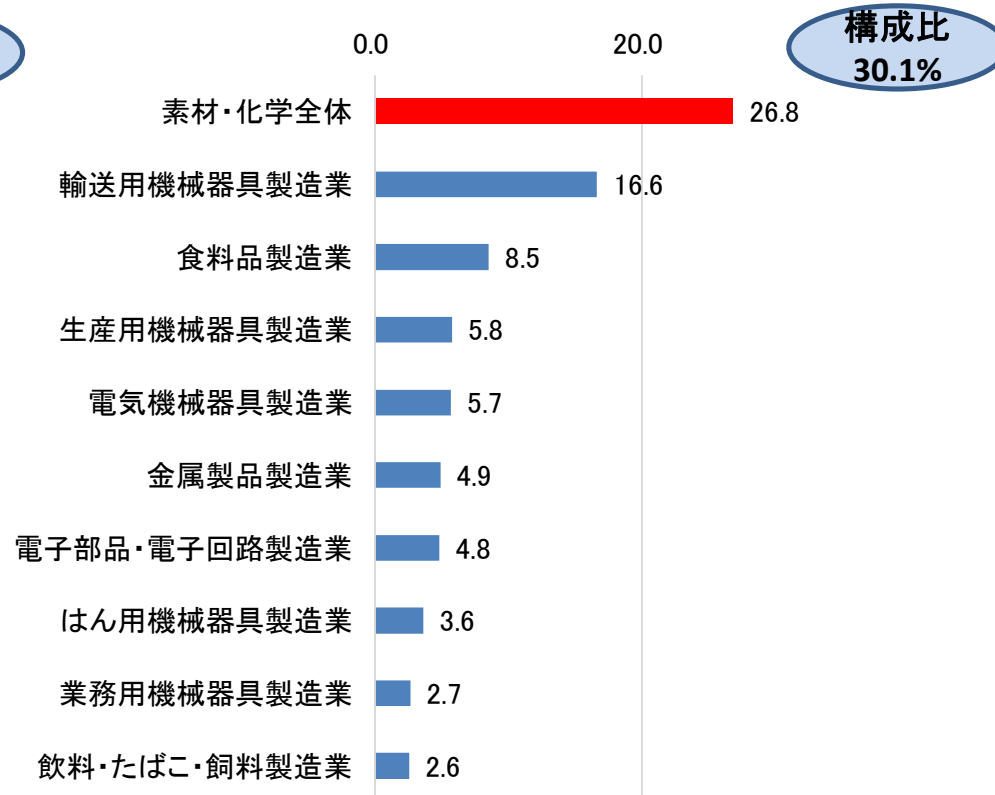
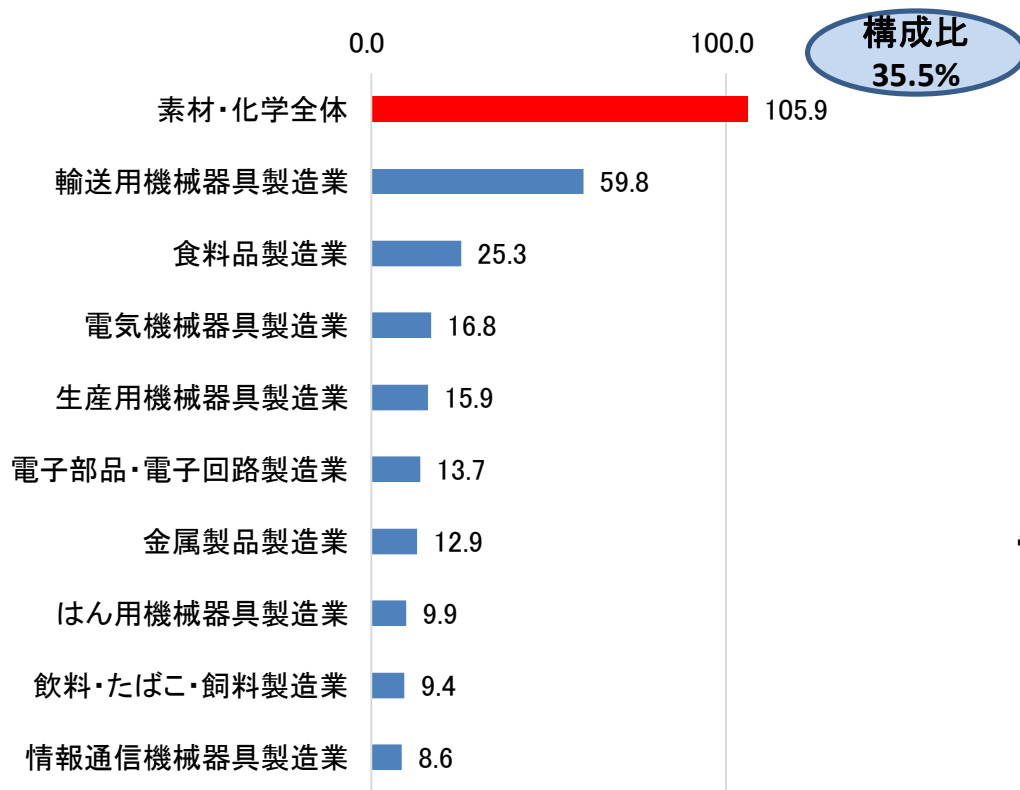
日本における素材・化学産業の位置づけ: 産業全体の1/3を占める基幹産業

DATE 29NOV2017

No. 3

産業別出荷額: 上位10産業
(兆円; 2014年)

産業別付加価値額: 上位10産業
(兆円; 2014年)



素材産業の魅力：発明は日本から、そして期待値も大きい

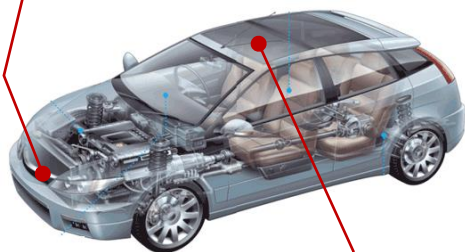
DATE 29NOV2017

No. 4

素材のイノベーションにより工業製品の性能が飛躍的に向上した事例 (括弧内は2013年市場規模)

自動車

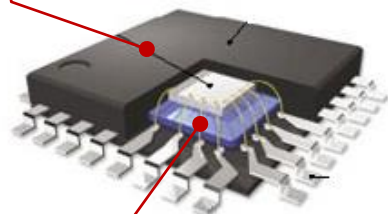
- 自動車用PP(1兆3,700億円)
- ✓軽量化とリサイクルを両立
- ✓金属部品主体の自動車が軽量化＝大幅に燃費改善



- 樹脂ガラス
- ✓ガラスのさらなる軽量化の為、透明性樹脂と特殊なコーティング剤によりガラス同等の性能を実現

半導体

- 半導体封止材(1,380億円)
- ✓高性能球状無機粉を配合する処方を見
- ✓放熱性向上し、パッケージが飛躍的に小型化



- パッケージ基板(2,000億円)
- ✓特殊な樹脂処方により飛躍的に薄膜化、小型化に貢献
- ✓構成部材は日系企業1社による独占

家電

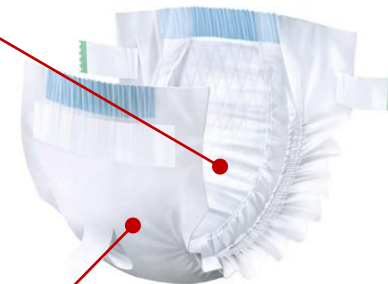
- 化学強化ガラス(1,750億円)
- ✓化学処理により、タッチ性の良い「割れないガラス」に
- ✓小型デバイスの大面積化に貢献



- Li-ion二次電池(5,670億円)
- ✓イオン交換による電気の授受に注目し、蓄電デバイスに
- ✓多くの素材が日系企業による発明により誕生

ヘルスケア

- 高吸水性樹脂(4,000億円)
- ✓元は農業用途であった吸水性樹脂を紙おむつ用に改良の上、大量生産に成功
- ✓先進国中心に急速に普及



- 不織布
- ✓機械強度弱い樹脂使いながら、加工技術の工夫により、通気性と丈夫さ、安さを両立
- ✓紙おむつの普及と共に拡大

将来のニーズ
(例)

スマート化＝電気デバイス化

- 高放熱、耐電、耐環境
- 軽量化、構造シンプル化

軽薄短小化＝高出力化

- 高放熱、耐熱、低伸び性
- 高電気特性

ウェアラブル化＝高フィット性

- 放/断熱(熱を感じさせない)
- 柔軟性、タフネス

高フィット化＝薄膜化

- 断熱(外部熱差抑える)
- スキンのような柔軟性

素材は当たると大きい①: SAPの場合

DATE 29NOV2017

No. 5

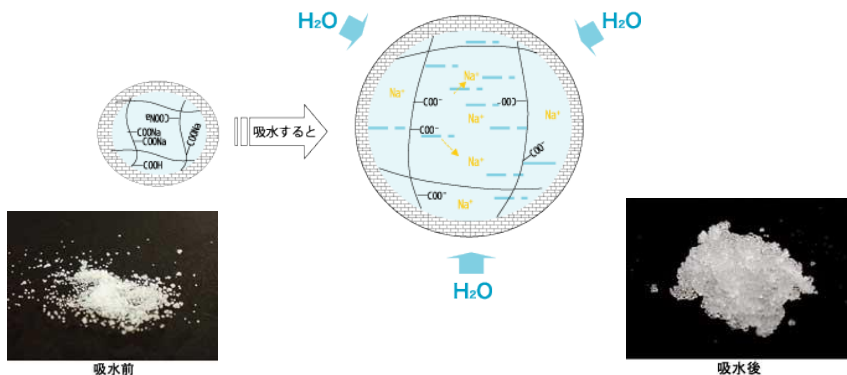
SAP(高吸水性樹脂:おむつ原料)における事例

- 架橋性樹脂の一種で、自重の10倍～100倍以上の水を吸水可能(樹脂の吸水性能は元来限定的)
- 元々農業・園芸用の高機能樹脂(土壌改質剤)として研究開発
- 紙おむつという「潜在ニーズ」に合致し、一気にマーケット広がる**

【歴史】

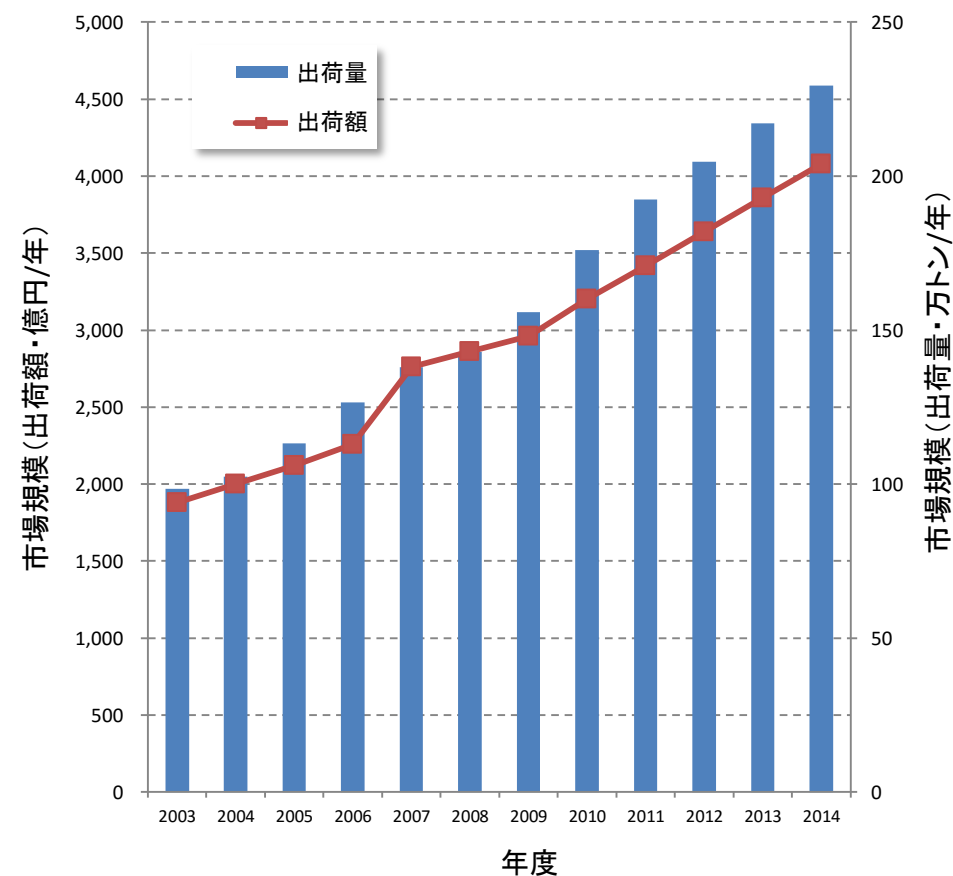
- 1972年 最初のSAPに関する特許がアメリカで成立
- 1974年 アメリカ農務省研究所が基本構造を発明
- 1978年 **三洋化成**が年産数100トンレベルで世界初の量産化
→ユニチャーム、花王が生理用品向けに採用開始
(澱粉由来の為、コスト・性能・品質的に大幅な普及に至らず)
- 1984年 **日本触媒**が効率量産法確立し、年産1万トンのプラント稼働
→P&Gが紙おむつに採用したことで一気に各社採用広がる
(現在主流のポリアクリル酸ナトリウムの最初の適用)

ポリアクリル酸ナトリウム系SAP構造



- 1984年の最初の年産1万トンスケールの生産開始から、2014年には市場規模は200倍以上の年間220万トンに

市場規模推移



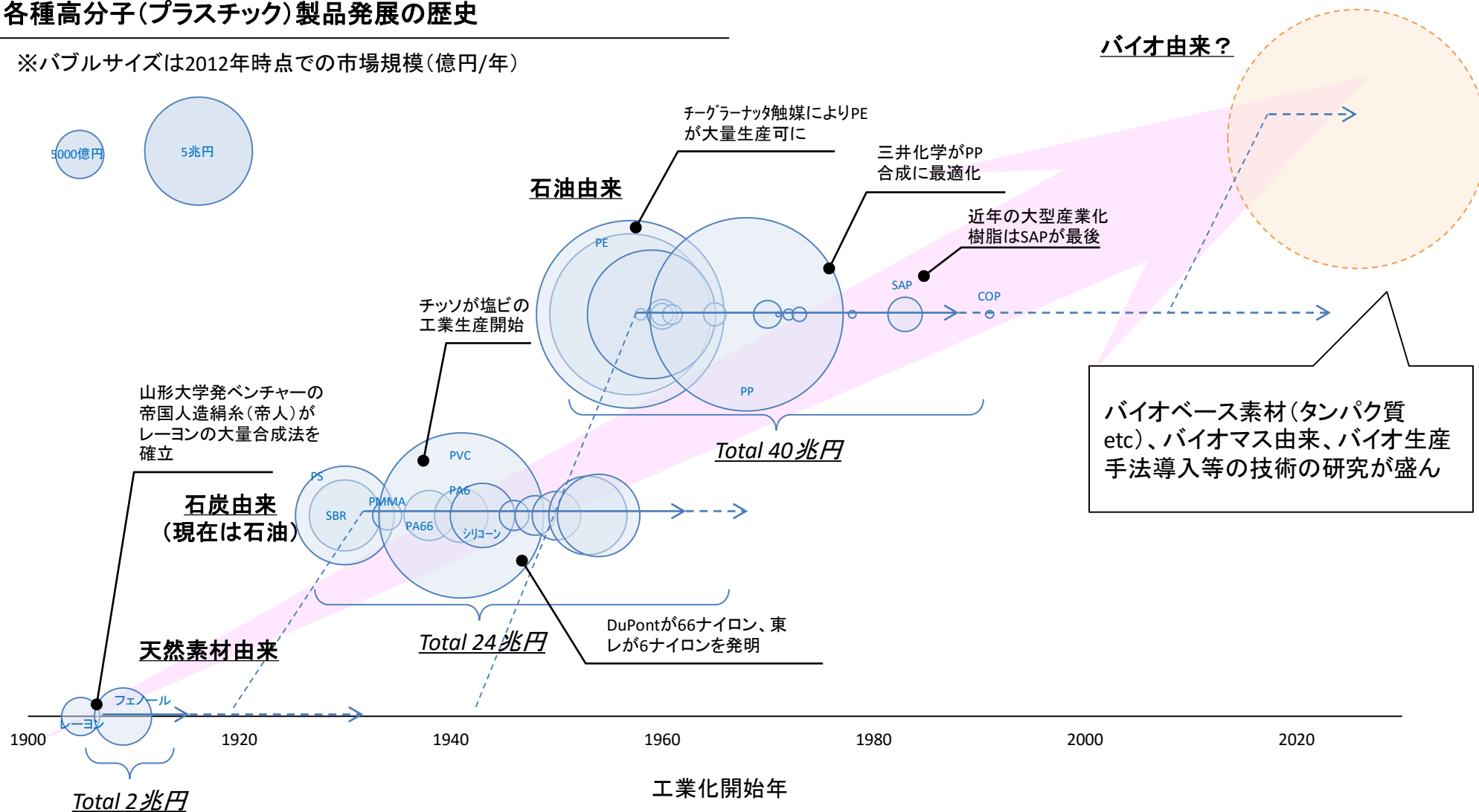
素材は当たると大きい②:プラスチックの場合

DATE 29NOV2017

No. 6

各種高分子(プラスチック)製品発展の歴史

※バブルサイズは2012年時点での市場規模(億円/年)

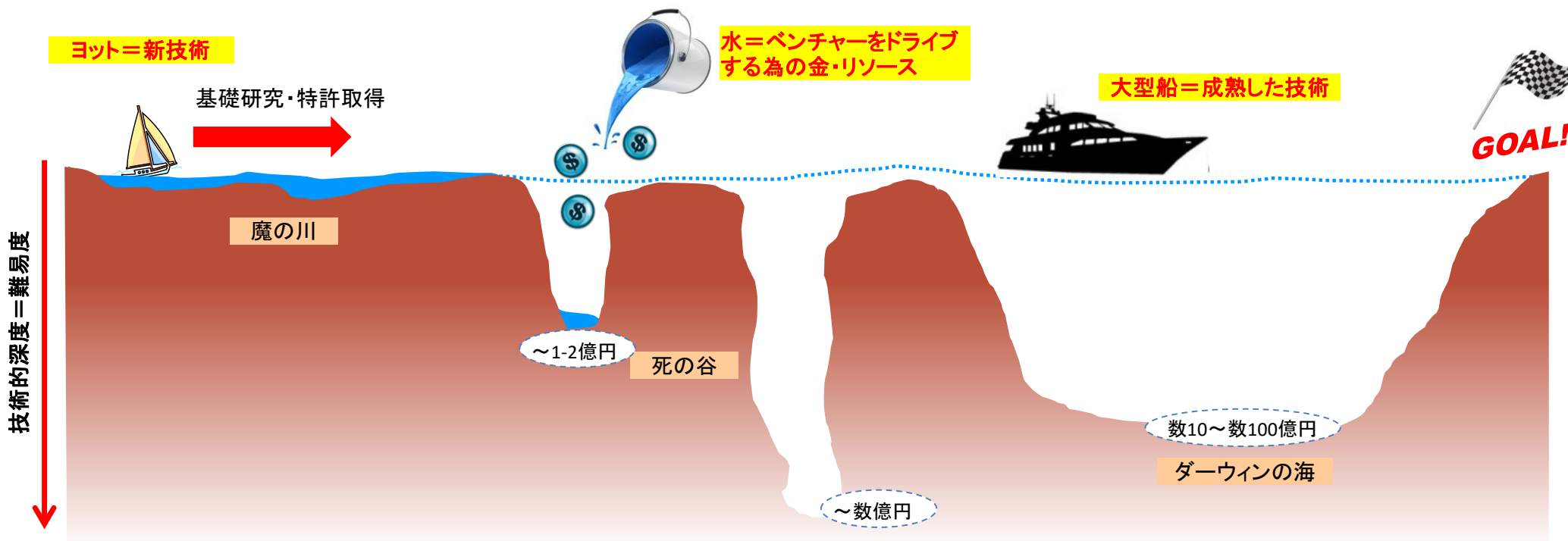
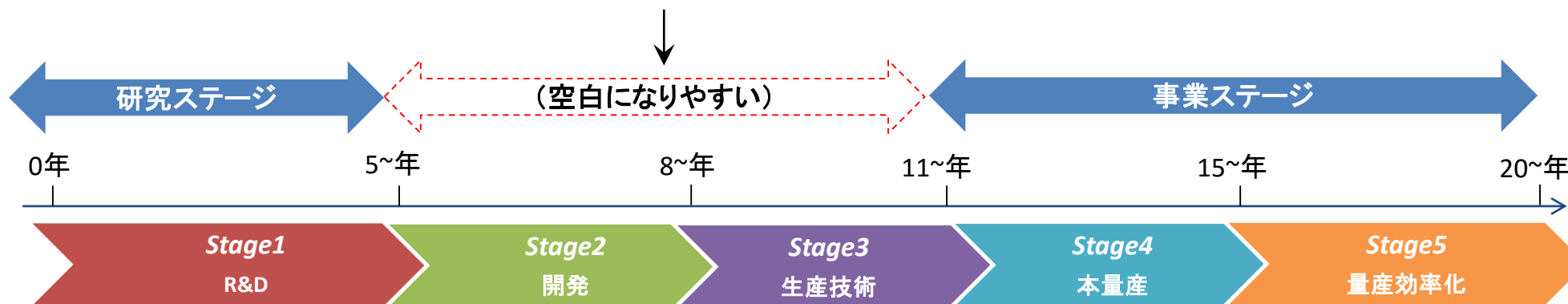


しかし、簡単ではない・・・20年以上 & Stage2と3が大きなハードル

DATE 29NOV2017

No. 7

リスクとり難いステージ



イノベーションのスピードが違う

DATE 29NOV2017

No. 8

- ✓ IT/ゲームアプリ・・・ソースコード換える(一瞬)
- ✓ 電子デバイス/機械・・・設計を変えて組みなおす(頑張れば一晩)
- ✓ 素材・・・処方を変えて反応させる(軽く1週間)



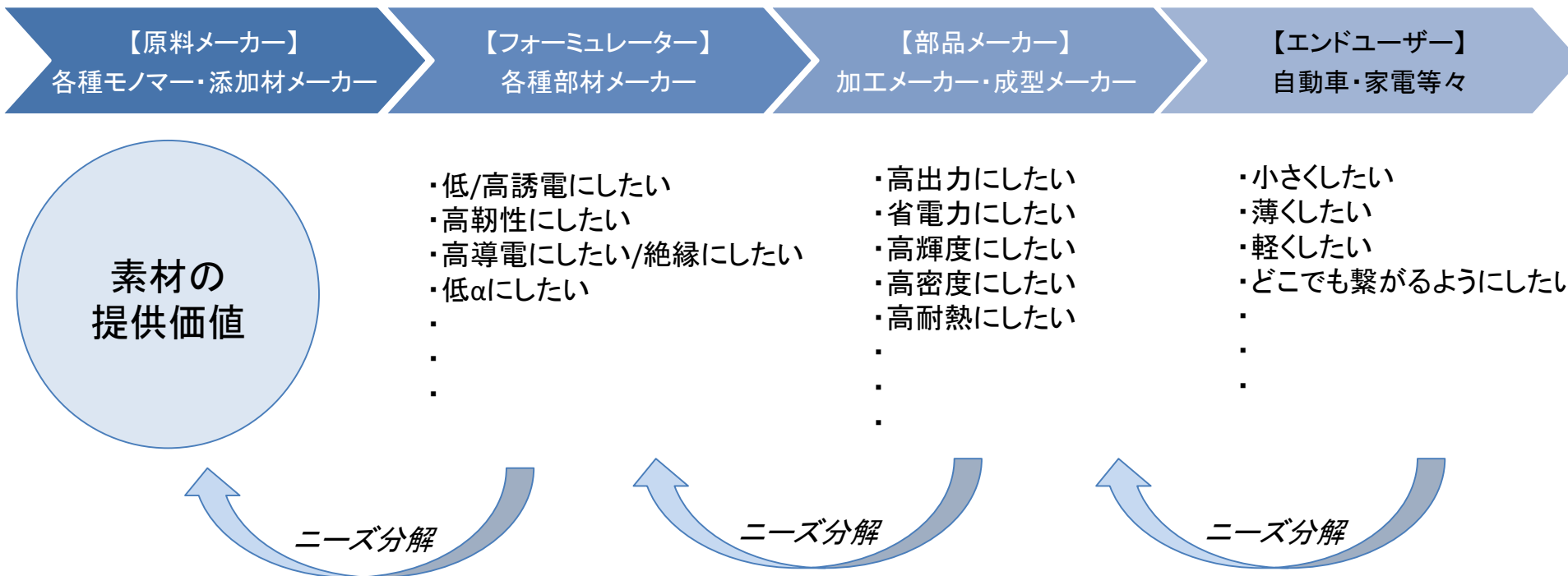
イノベーションのスピードが時間も金もかかる一因に

さらに。。。長い長いサプライチェーン＝客は誰か？

DATE 29NOV2017

No. 9

サプライチェーンにおけるニーズ分解の例(ポリマー原料の場合)



- ・「エンドユーザーの製品が売れて初めてチェーンが成り立つ」ということをよく頭に入れる
- ・サプライチェーンのポジションによって、**ニーズが結び付く言葉は異なる＝「翻訳」が必要**
- ・エンドに近いニーズand/orサプライチェーン内の様々なニーズに結び付いている＝強い・普遍的なニーズ

その技術は世の中の根本的な課題(ニーズ)を満たしているか？
＝誰もうれしくなければ買わない・売れない

素材・化学分野の次世代技術を検討する上での留意点

DATE 29NOV2017

No. 10

- ✓ 世の中の根本的な課題(普遍的なニーズ)を解決する技術であるか
∴時間かかるので「変わらないニーズ」である必要
→流行の「シーズのキーワード」に流されない・・・何故それが必要なのか？
- ✓ 抜群のOnly.1 No.1の技術であるか(≡サイエンスがしっかりしているか)
∴技術が抜群に尖っていないと実用化までに時間がかかるので陳腐化しやすい
→改善・改良系技術では必ず追いつかれて、必ず負ける
- ✓ スケーラブルな技術か
∴汎用化するような安価な技術でなければサプライチェーンが繋がらない



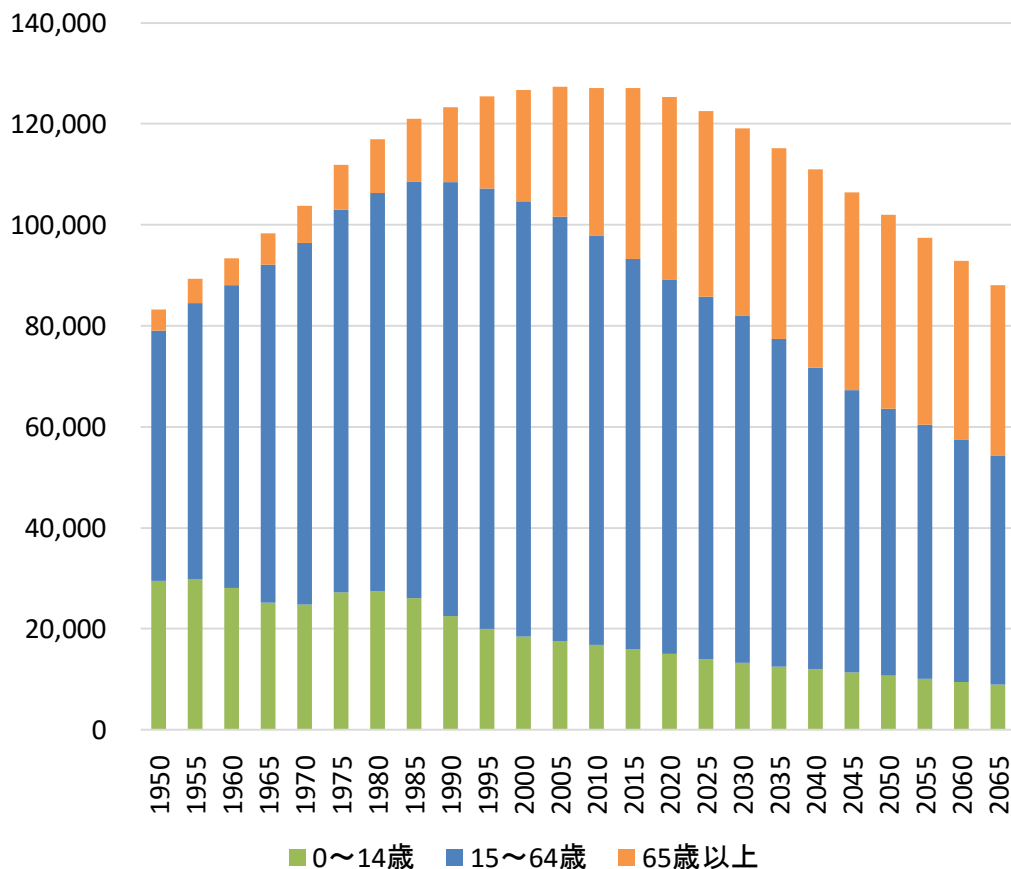
数年後ではなく、20年後、30年後を見据えた
マクロトレンドを把握する必要がある

例えば、の事例：日本の人口動向(確定している未来)

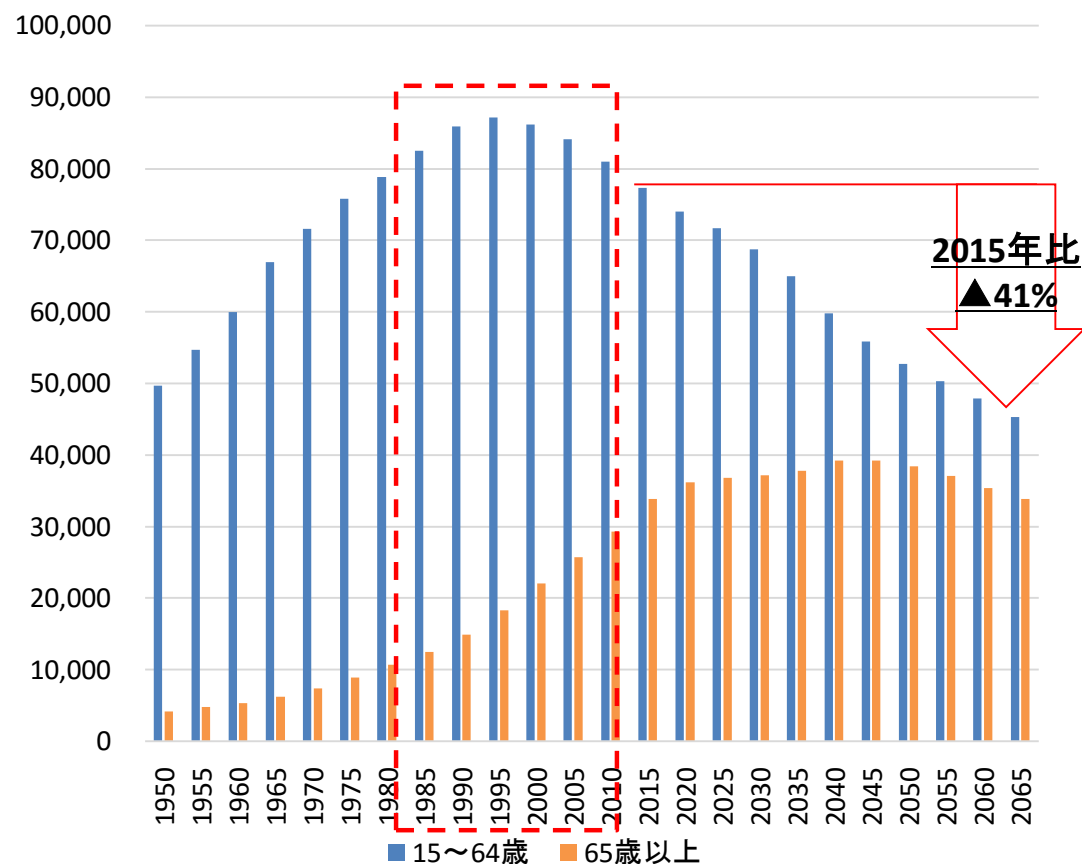
DATE 29NOV2017

No. 11

日本の総人口推移(1,000人:2020年以降は推測)



日本の15歳以上人口推移(1,000人:2020年以降は推測)




- ✓ 日本の人口構造上インパクト大きいのは就労人口の減少(30年後には1960年以前と同水準)
 - ・・・15~64歳:2015年から50年で41%も減る≡生産性維持の為には41%効率を上げなくてはならない
- ✓ シニア(64歳以上)は割合としては増えるが、絶対数増はこの20年で止まる
 - ・・・「シニアの活用」だけでは就労人口確保には限界がある

人口減がもたらす素材・化学産業への影響(※例示的)

DATE 29NOV2017

No. 12

- 生産の担い手が減る(熟練工が減る)
 - ✓ ノウハウに頼れなくなってくる
 - ✓ 難しい生産技術は出来なくなっていく
 - ✓ 完全新設計の製造ラインが作れなくなる
 - ✓ 中小企業の撤退が増える(M&A増える)
 - ✓ シニアを使わざるを得なくなる(それでも足りない)
 - ✓ 外国人を登用せざるを得なくなる
 - 内需が減っていく
 - ✓ 国内生産を維持できなくなる
 - ✓ クラッカーなどの大型化学品生産設備を止めざるを得なくなってくる
 - ✓ ロジスティクスが「出来なくなる」
 - 海外利益比率が必然的に上がっていく
 - ✓ 地道な新規開拓では間に合わない=M&Aが増える
 - ✓ 日本人とコミュニケーションする機会が減っていく
 - ✓ にも拘らず日本語を学ぶ外国人は(多分)減っていく
- 
- 工程の自動化は増えていく
 - しかし、(多分)AIやロボットでは解決し切れない(でも導入を進めざるを得ない)
 - 抜本的な工程改善策が増えていく(貼る・折るだけ、混ぜるだけ、1プロセスだけで出来るなど)
 - Stage3を飛ばす方法が生まれる
 - シニア・外国人のパフォーマンスを最大化するツールが増えていく
 - 多品種少量生産の大規模化(集約)が起こる
 - 小型オンサイト生産が増えていく
 - 外国人とコミュニケーションする為のツールが増えていく

どのような技術があれば30年後もわが国の素材・化学産業は競争力を維持できるか？

想定される解決手段と必要とされるであろう素材・化学技術

DATE 29NOV2017

No. 13

解決手段(例示的)

- 品質管理手法の自動化
- 画像解析の深化
- エンジニアリングデータのAI化
- 材料設計の自動化(要求特性から組成の決定)
- ミニマルプラント、マイクロリアクター
- 熱プロセスをやめる
- 機械的工程をやめる(貼る・折るなどの簡単な工程にする)
- 一つの材料で多用途をこなす
- 視力矯正
- 脳波解析(しゃべらなくてもわかる)
- 超小型な自動翻訳機
- もっとスマートなパワースーツ(QOL向上といった“生易しい”ものでなく)



- ✓ 安価で高性能な光学デバイス・光学材料
- ✓ エンジニアリングと材料設計とソフトウェア技術の融合
- ✓ “万能”素材(タフで硬くて柔らかくて強くて軽くて安い)
- ✓ マイクロ反応場
- ✓ 超高性能な小型マイク・スピーカー
- ✓ 接合、組み立て技術
- ✓ 熱レス反応
- ✓ 人体をスマートに刺激してパフォーマンスを増大させる材料

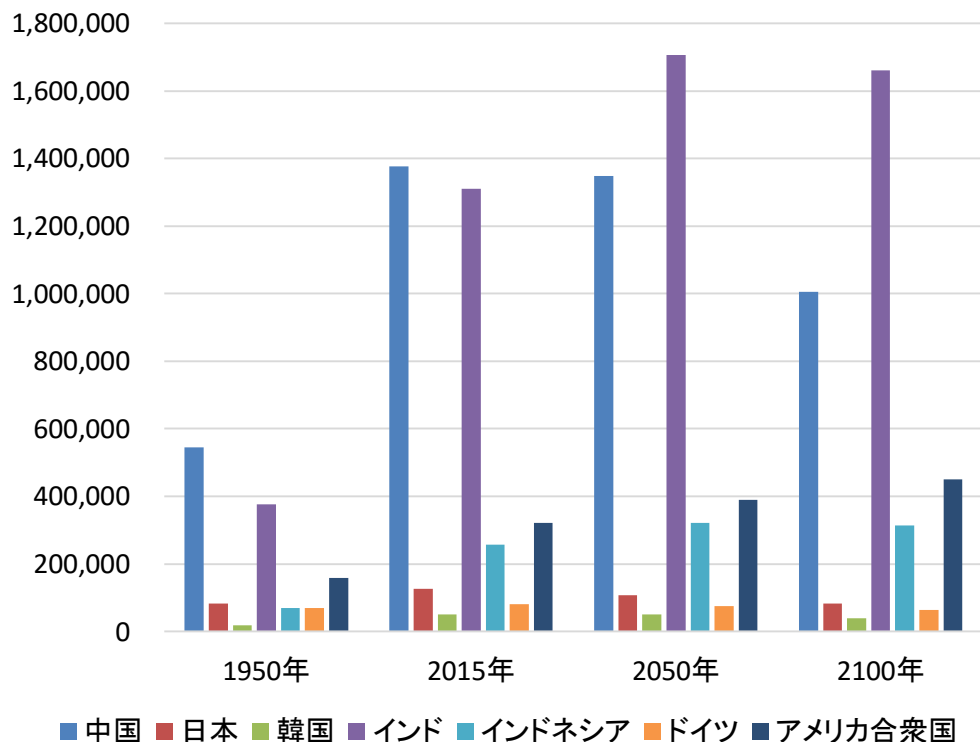
これら技術を成立させる為に
必要な要素技術は何か

実際には。。。世界の人口動向もよく理解する必要

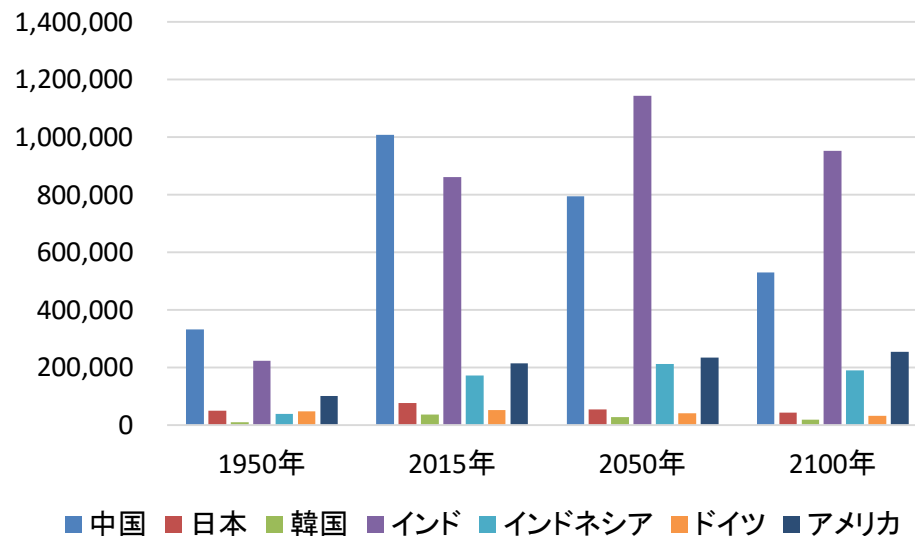
DATE 29NOV2017

No. 14

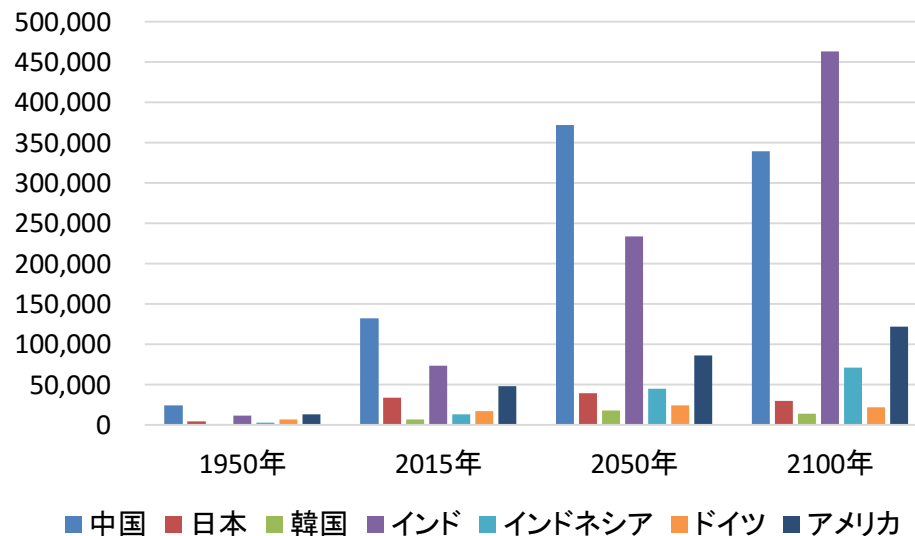
主要国人口推移(1,000人:2050/2100年は推測)



15～64歳人口



65歳以上人口



UMIの場合・・・各産業の様々な未来予測を踏まえニーズキーワードを設定

DATE 2015/11/18

No. 15

産業	カテゴリ	産地トレンド	製品トレンド	技術トレンド	キーワード
自動車	高度運転支援/自動運転	高齢者を対象とした安全対策の必要性	運転負荷軽減のための運転支援システム、安全性の向上を目的とした安全運転支援システム	車両周辺走行環境を人間並みに認識でき、ドライバの健康状態や運転意識レベルを認識できる	→ 高齢者、安全
	超小型モビリティ	高齢者の日常の足、子供の送迎、配達、観光地用など電動の新たな交通手段と地域振興の要望	最高速度60 km/h以下、低速車の衝突安全水準で、30kgの荷物を載せられ、後進も楽に受ける2人乗り電動モビリティ	安価軽量技術に加え、認知遅延、衝突回避、被害軽減、運転支援などの安全技術	→ 高齢者、利便性
燃料電池車	HEV/PHEV/EV	エネルギー環境的に最も最適化された交通社会を目指す「政策アクション」の推進と、EV/PHEV/EVによる、効率的な自動車の大々的な展開はEV/PHEV/EVによる。効率的な車庫稼働によるエネルギー使用量の削減とCO2排出量の削減	世代交代とともにコストダウンも図られ、2025～2030年には300万台の車庫も販売されると期待	キーテクノロジーである燃料電池スタックシステムと水素車庫システムは技術的に成熟し、量産によるコストダウンが期待される	→ 省エネ
	軽量化設計車	環境規制対応と商品力(燃費・走行性)向上を目指し、パワーtrain部の工夫や設計合理化を中心とした軽量化が急務となる	2030年時点の次世代自動車(HEV+PHEV+EV)の保有台数割合が2/3、販売台数割合は5/6	パワーtrainの高効率化・高度化、低コスト化・高性能化、BEVなどの用途最適化車の導入	→ 省エネ、温暖化防止
HMI (human machine interface)	低燃費車(内燃機関)	高性能化による燃費コスト増加とコスト改善努力が拮抗して製品価格、市場規模(45～60万台)は伸び悩む見込み	燃料コストから低燃費化のユーザー要望は強いが、次第に温暖化防止などの政策的な低燃費の方向	新規材料採用のコスト減と付加価値増には、新規材料の開発に加え評価・設計側の「材料の使いこなし技術」が必要	→ 省エネ
	IVI (in-vehicle infotainment)	自動運転の課題はその機能の範囲を超えた走行条件で車に繋がること。ドライバの状態を非侵襲で検出するHMI技術が急務となる	ドライバーが意識を喪失することによる事故を防止するためには、生理・心理状態のモニターを非侵襲で行うためのHMIが期待される	ドライバーの運転行動の脳内情報処理を統計的・定量的にモデル化し、そのモデルベースで運転中の予測する手法に期待	→ 安全
カー・エレクトロニクス	EV/FCVの時代が到来しても、巨大なマーケットは内燃機関が主流の模様	クルマに通信を用いて車内/外に情報が受発信できるようにする成長が期待される分野がIVI	デザインと同様に他のメーカーと差別化しやすい	市場によって要求性能が大きく異なる。クルマよりも流行の変化が激しいことからリスクも大きい	→ IoT、利便性
	ワイヤレス給電(EV/PEV)	利便性と安全性の両面的な向上が実現する。走行中給電の高度で蓄電電池容量が大幅に不足し、航続距離の制約が解消	送電部を担当するインフラメーカーと車載の受電部を担当する自動車メーカーが協議して商品化	電力消費で環境および快適性能が変化する時代が来た	→ 利便性
エネルギー	太陽光発電	日本市場でも固定価格買取制度(FIT)が導入、2013年は再評価年度だったが、今後10年間はこのレベルの市場が維持される	商品化されている太陽光発電システムは結晶Si型「1世代」、薄膜Si型などの「2世代」商品である	周波数制御・電力制御技術が基本、体面安全の確保のための近接電磁界の低減技術、蓄い・電磁界低減技術開発が急務	→ 利便性、安全
	風力発電	陸上から海上への移行は風力利用先進国の必然的なトレンドであり、現在は陸域の着床式風力発電が主流である	初期コストの高い海上風力発電は、経済性を確保するために大型化が進められている	理論的な変換効率は、結晶Si系が約30%、多結晶Si系では約15%、単結晶Si系は約20%である	→ 省エネ、温暖化防止
バイオマス・エネルギー	太陽熱発電	米国西部とアフリカが中心、インド、中東、南米がこれに続く	2020年頃にはCSPの発電コストがグリッドパリティに達する	海上風力の大型化は不可避的に行進中、これに伴い各種構成要素の開発が必要となる	→ 省エネ、温暖化防止
	バイオマス・エネルギー	欧米を起点に急拡大する輸送用バイオ燃料とバイオ発電の市場を対象に分析	開発遅れのセルロースエタノール商業化、バイオジェット燃料、e-フューエル(半合成)への期待による石油資源の本格減産	集光システムはクロスリニア式、自律・自立型の軽量リチオスタック、軽量・高反射率ミラーが目玉される	→ 省エネ、温暖化防止
2次電池	シェールガス	2013年に米国は、天然ガスの自給をほぼ達成、米国のシェールガス生産量は今後増加する方向	米国は天然ガス輸入国から天然ガス輸出国となり、需要の伸びが早いLNG輸出プロジェクトが、米国エネルギー省から許可	活用資源量の拡大を目的とし、使用可能エネルギーの多角化に資するセルロース原料からのバイオ燃料製造技術開発が急務	→ 省エネ、温暖化防止
	EV、PHEVなどの電動車の普及と小型モビリティの新ジャンルへの普及が進む	EV、PHEVなどの電動車の普及と小型モビリティの新ジャンルへの普及が進む	蓄電システムを緊急時対策から省エネルギー機器として本格的な普及が始まる	水が不足する中国の内陸部などにおいて、汚染水の再処理、水を使わない技術、炭酸ガス注入技術の開発	→ 代替エネルギー
燃料電池	人工光合成	地球温暖化の悪化により超効率発電システムの必要性拡大、小型から大型までのニーズが高まる	PEFCは燃料電池車の市場により、認知度が高まり、純水素型を省み多種の用途へ幅広く展開	高容量化は現状正極、非炭素負極などの新材料開発が中心となる	→ 省エネ、温暖化防止
	地球温暖化抑制のための低CO2排出(高エネルギー効率)システムの要請が強まる	地球温暖化抑制のための低CO2排出(高エネルギー効率)システムの要請が強まる	水素ステーションと融合可能な中・小規模の水素製造技術など、水素社会型商品	太陽光変換効率10%超の光半導体材料、水素と酸素の分離技術などが開発中	→ 温暖化防止
医療・健康	再生医療	2014年11月に改正薬事法が施行され、再生医療に早期承認制度が導入される予定になっている	自家培養表皮と自家培養軟骨の2製品が承認済み、自家心筋シートの特許が近いと見られている	IPS細胞を再生医療の材料として実用化の研究が、国を挙げて行われている	→ 長寿、高齢者
	ゲム医療	ヒトゲムは治療法がない疾患の治療や予防のための基礎情報。病気とゲムの関係を特定する研究が進む	現在罹患中の病気だけでなく、将来かかる病気を予測する診断法として用いられるゲム診断	十数万円でヒトゲムを解決できる高効率シーケンサ	→ 予防医学
がん医療	がん医療	がんは加齢と生活習慣の悪化の影響が強く、今後、罹患率、患者数、死亡者、がん経験者は大幅に増加していく	革新的な治療として、新しい機序の分子標的薬の開発や手術支援ロボットからのさらなる活用が進む	新しい機序の薬剤が登場し、治療や長期生存に向けた治療法の開発が進んでいる	→ 長寿、高齢者
	地域包括ケア	75歳以上人口が2025年まで急増、医療・介護サービスや支援や地域包括ケアの提供が急務となる	多様な主体による生活支援サービスの提供体制構築が重要となる。サービス付き高齢者向け住宅の整備も着実に進展	ロボット介護機器の安全基準の策定	→ 高齢者
予防医療/見守り	医師・看護師不足、病床不足、多死社会の日本において、健康寿命を延ばし見守りサービスに対するニーズは高い	医師・看護師不足、病床不足、多死社会の日本において、健康寿命を延ばし見守りサービスに対するニーズは高い	パンケージサービスとして健康、疲労、睡眠、精神、快楽、リハビリ回復評価など求められる様々な解析ソフト	生体情報、環境情報および生活情報との統合化、自動解析、評価による個別化対応、レスポンス向上機能	→ 長寿、予防医学
	遠隔医療	医療の需要は高まるが供給が追い付かない。ゲムデータを目的とする遠隔医療ニーズは高く、在宅医療や慢性疾患診療に浸透する	機器のダウンサイジングとドッキング化、医療サービスの融合による医療IoTの本格化	これまでの技術の蓄積により、高度技術の不足は現状の問題ではない。現在は、ソフトウェア開発が最も弱い	→ 長寿、予防医学、高齢者
先端医療機器	日本市場では、高齢化は期待できず高齢の足込み	日本市場では、高齢化は期待できず高齢の足込み	機器のダウンサイジングとドッキング化、医療サービスの融合による医療IoTの本格化	IoTとウェアラブル端末技術、セキュリティ技術が期待の高まりに促される	→ 長寿、予防医学
	治療用医薬品(新薬)	大型品の特許期間が満了して研究開発型の製薬企業の成長は止まった	既存薬では治療に限界のある免疫系疾患、創薬実用性に対して高度な抗体医薬の開発が進む	薬剤のより高い有効性・安全性を求めてバイオメーカーの探索研究が進んでいる	→ 長寿、予防医学
POCT (point of care testing)	国内体外診断薬に比べ、年次層や購買層の健康観を反映したセルフケア市場が創生される	国内体外診断薬に比べ、年次層や購買層の健康観を反映したセルフケア市場が創生される	軽薄短小、非侵襲・非接触計測、スマートフォン連携などIoT利用によるモバイルヘルス関連の新商品	高精度、高選択性、高安定性、低・非侵襲性を特徴とする生体センサや生体分子センサなどの生体センシング技術	→ 長寿、予防医学
	ウェアラブル機器	「手」が置いて便利だから、認識などの知的処理による従来にはない利便性をもたらす機器として認知される	透過型HMD装置の急速な普及と、知的処理を支援するクラウドサービスの台頭	認識技術の適用範囲を広げ、悪条件下でも認識可能な領域へ	→ 利便性、軽量化、小型化
スマート家電	スマート家電	HTML5対応は当然のものとなり、家電機器との情報交換の薄層は速い下がる	アップデートに加え、選択的に機能をアップグレードすることが当たり前になり、新たな商品に成長する	アップデート、アップグレードを安全、迅速に行うためのプログラム的なハードウェア技術とソフトウェア技術	→ IoT、利便性
	スマートテレビ	機能・情報を仲介するクラウドを経た情報交換へ進化	4Kから8Kへ、現行の60Hzから、60P、120P以上へのハイフレームレートとハイダイナミックレンジへ	ハードウェアの動的再構成による機能向上を続けられる「未来対応」の実現	→ IoT、利便性
どこでもカメラ	単純な高画質化のみならず、画像情報とそれ以外の情報の統合取得と画像電子上で情報の処理の高度化	単純な高画質化のみならず、画像情報とそれ以外の情報の統合取得と画像電子上で情報の処理の高度化	ゲーム機による3Dセンサの爆発的普及とこれを利用したPOCアプリケーションの登場	解像度、感度に優れた超高性能素子の開発と並行して、素子への機能の投入込み	→ IoT、利便性



各産業の将来技術・市場予測から下記の10キーワードを抽出

- 安全
- 安心
- 便利
- 水・食糧
- 医療費圧縮
- 高齢
- 省エネルギー
- 温暖化防止
- 省資源
- 航空・宇宙