



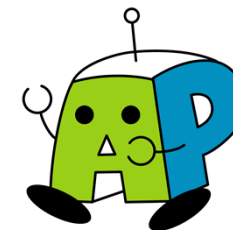
公益社団法人 **応用物理学会** The Japan Society of Applied Physics



資料1-5  
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4回)

# ナノテク・材料分野の研究開発戦略 — 応用物理学会アカデミック・ロードマップの概要 —

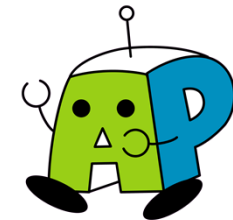
2018年1月26日



公益社団法人 応用物理学会副会長  
名古屋大学理事・副総長  
財満 鎮明



- 1. 応用物理学会の紹介**
- 2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯**
- 3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧**
- 4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成**
- 5. 横断型クラスターのロードマップの紹介**
- 6. 材料研究開発戦略へのコメント**





# 1. 応用物理学会の紹介

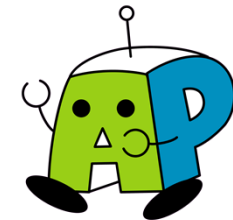
2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯

3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧

4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成

5. 横断型クラスターのロードマップの紹介

6. 材料研究開発戦略へのコメント

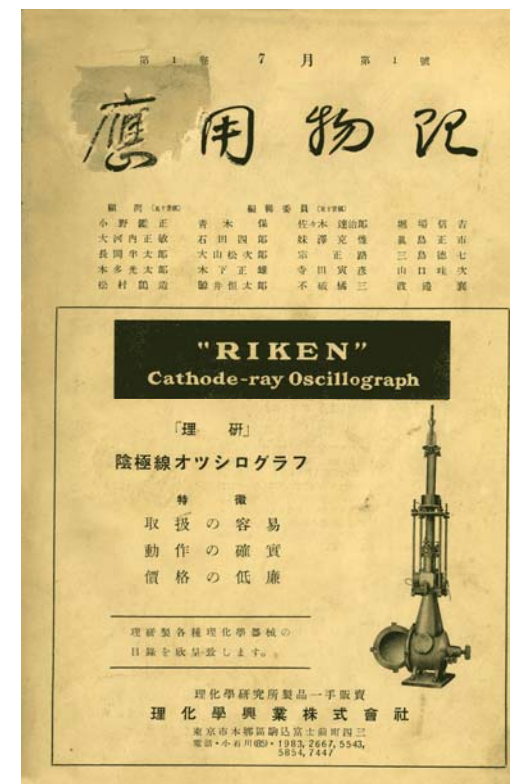




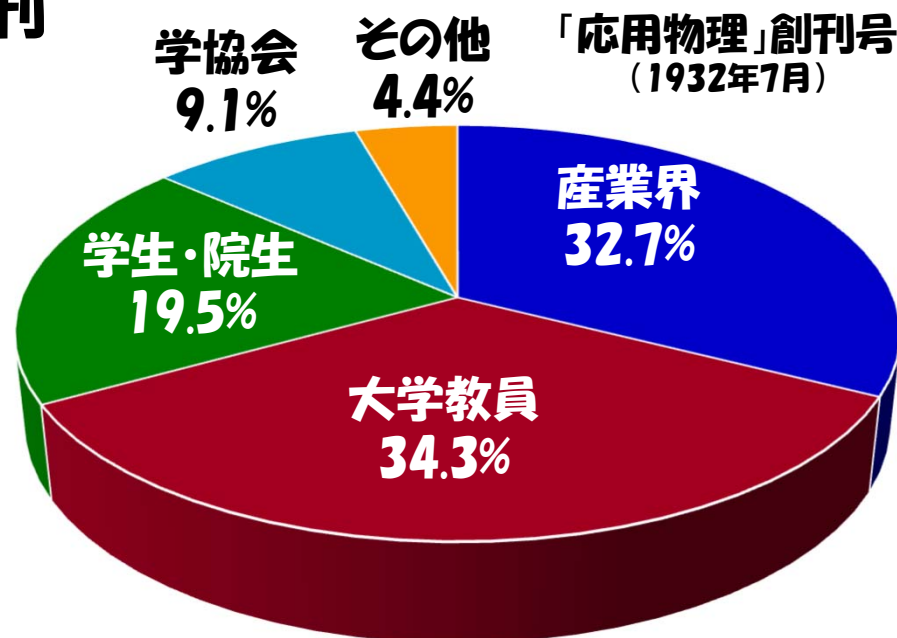
# 応用物理学会の沿革

- 1930年 応用物理談話会設立
- 1932年 機関誌「応用物理」創刊
- 1946年 社団法人応用物理学会発足
- 1947年 第1回学術講演会開催
- 1962年 論文誌 JJAP\*1 創刊
- 2008年 レター論文誌 APEX\*2 創刊
- 2011年 公益社団法人に移行
- 2014年 赤崎勇氏、天野浩氏、  
中村修二氏が  
ノーベル物理学賞受賞
- 2017年 応物会館竣工

\* 1: Japanese Journal of Applied Physics  
\* 2: Applied Physics Express



## 会員分布





# 学術講演会



- 2017年度春季（パシフィコ横浜、3/14~3/17）
  - ・ 参加者：7,114名（前年度：7,196名 東工大）
  - ・ 講演数：4,048件（前年度：4,002件）
  - ・ 展示会：216小間/186社（前年度：202小間/174社）



パシフィコ横浜

- 2017年度秋季（福岡国際会議場、9/5~9/8）
  - ・ 参加者：6,156名（前年度：5,603名 朱鷺メッセ）
  - ・ 講演数：3,981件（前年度：3,689件）
  - ・ 展示会：139小間/121社（前年度：134小間/124社）



(予定)

- 2018年度春季（早稲田大学、3/17~3/20）
- 2018年度秋季（名古屋国際会議場、9/18~9/21）



講演会場



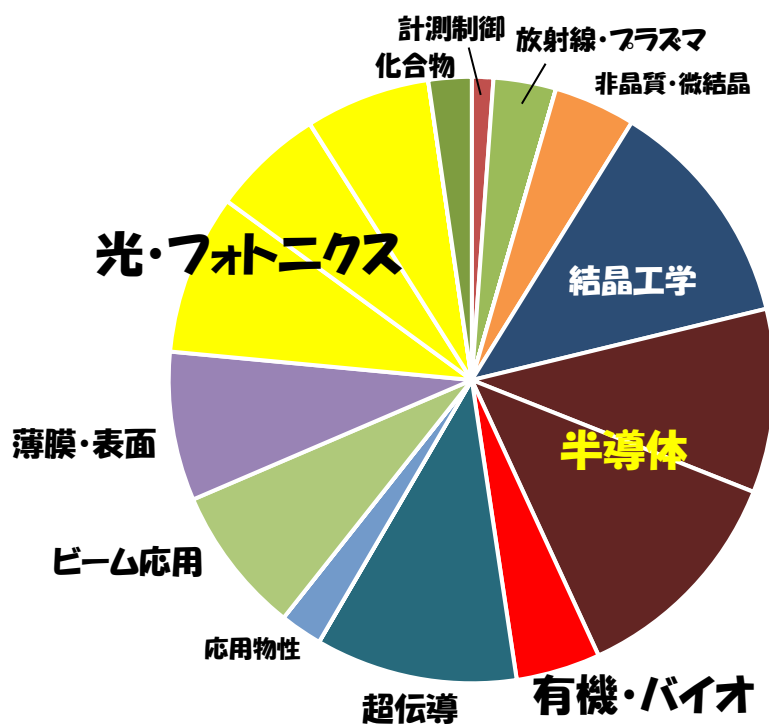
ポスターセッション・展示会場



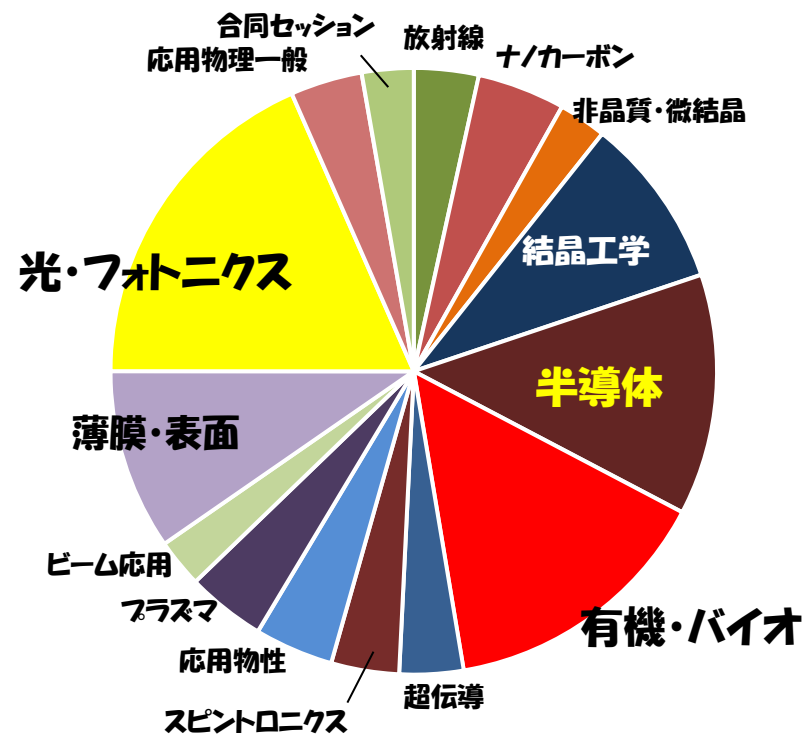
福岡国際会議場



# 講演会の論文投稿分野の推移



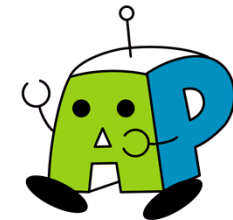
1989年



2016年



1. 応用物理学会の紹介
- 2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯**
3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧
4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成
5. 横断型クラスターのロードマップの紹介
6. 材料研究開発戦略へのコメント





# アカデミック・ロードマップ作成の経緯

2004年 3月 「応用物理学会の課題と中長期展望」作成

2006年 4月 「将来計画委員会」設置、将来ビジョンの検討

2006-2007年 経産省委託事業「技術戦略マップローディング」の一環で  
「応用物理分野のアカデミックロードマップ」作成

2006年10月 「将来計画委員会」直下に「将来ビジョン検討ワーキング」設置  
2年間に渡り「将来ビジョンアカデミックロードマップ」作成作業を行  
った(全体会議や3回の合宿等総勢300名以上の研究者が協力)

2007年3月、2008年3月 応用物理学会春季学術講演会シンポジウムにて  
「将来ビジョンアカデミックロードマップ」成果報告

2007年 8月 応用物理創刊75周年記念事業「暮らしを支える科学と技術－世界  
を変える応用物理」にて「将来ビジョンアカデミックロードマップ」成果報告

2008年 3月 冊子「応用物理分野のアカデミック・ロードマップ作成」(初版)報告書発行

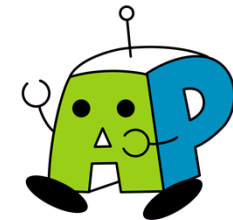
2010年 3月 「応用物理分野のアカデミック・ロードマップ(改訂版)」発行  
「応用物理分野の発展史マップ」発行

\* 検討グループメンバー:総勢300名、改訂版ページ数:237ページ





1. 応用物理学会の紹介
2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯
- 3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧**
4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成
5. 横断型クラスターのロードマップの紹介
6. 材料研究開発戦略へのコメント





## 要素技術クラスター(16)

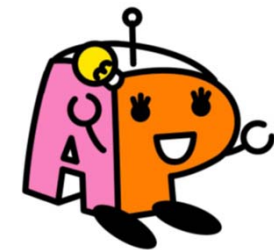
1. シリコン技術
2. 有機・分子エレクトロニクス
3. テラヘルツエレクトロニクス
4. 量子情報・物理
5. フォトニクス
6. オプティクス
7. 放射線理工学
8. ワイドギャップ半導体エレクトロニクス
9. 結晶成長技術
10. プラズマ・プロセス技術
11. 磁性・スピントロニクス
12. バイオエレクトロニクス
13. マイクロ・ナノメカトロニクス
14. ナノ構造技術
15. 超伝導技術
16. 食糧技術

## 分野横断型クラスター(4)

17. 医療エレクトロニクス
18. 環境・エネルギー技術
19. 人材育成
20. 安心・セキュリティ技術



1. 応用物理学会の紹介
2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯
3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧
- 4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成**
5. 横断型クラスターのロードマップの紹介
6. 材料研究開発戦略へのコメント

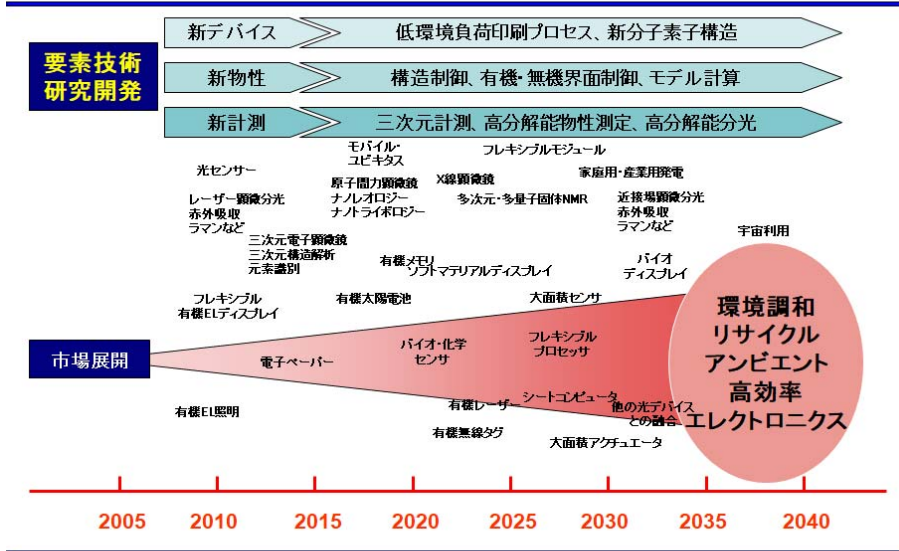




## 改訂版の特徴と構成

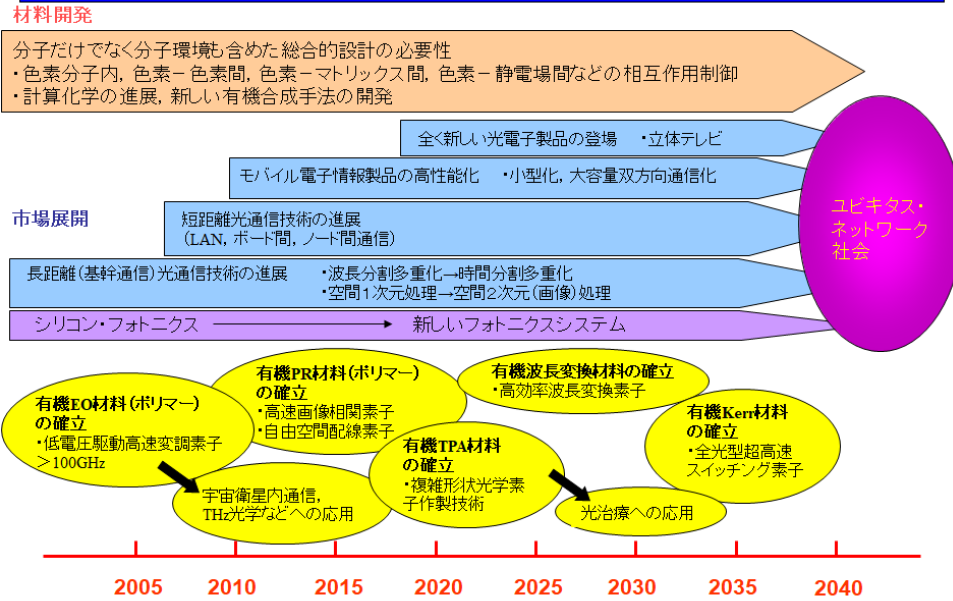
1. 2040年をゴールとした時間軸を入れる。
2. それぞれのクラスターのマップには社会ニーズなど、トップダウンの視点からまとめることに努め、要素技術クラスターはボトムアップの考え方を基本として構成する。
3. 「医療エレクトロニクス」、「環境エネルギー技術」、「人材育成」、「安心・セキュリティ」を横断型クラスターとして位置づけて、分野を超えた横断的ロードマップの作成を行った。

# 有機エレクトロニクスの発展

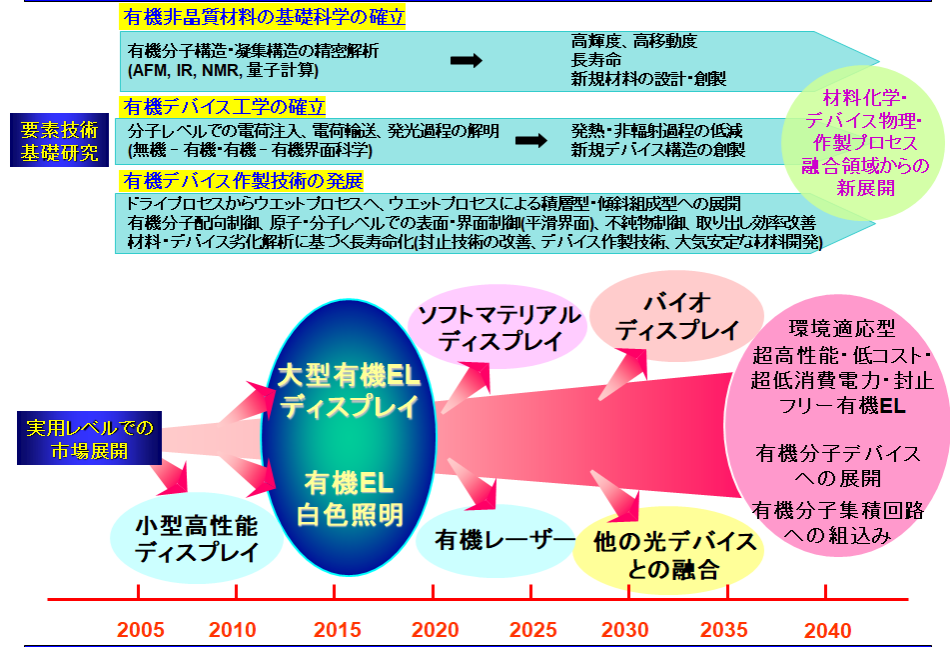


担当:有機分子・バイオエレクトロニクス分科会・有機ナノ界面制御素子研究グループ  
 岩本光正(東工大)、工藤一浩(千葉大)、中嶋 健(東工大)、佐々高史(理研)、梶 弘典(京大)、藤井彰彦(阪大)、  
 吉田郵司(産総研)、市川結(信州大)、山田俊樹(NICT)、野口裕(千葉大)、中茂樹(富山大)、染谷隆夫(東大)

# 有機光非線形材料のロードマップ



# 有機ELのロードマップ



# 有機エレクトロニクス界面幾何工学のロードマップ

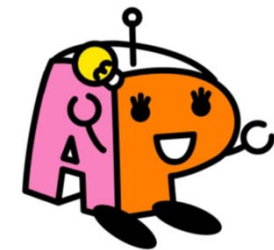
有機デバイス設計のための新しい工学手法の構築をめざして







1. 応用物理学会の紹介
2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯
3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧
4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成
- 5. 横断型クラスターのロードマップの紹介**
6. 材料研究開発戦略へのコメント





**横断型クラスター：ロードマップ紹介**  
**「安心・セキュリティ技術」**  
**「環境・エネルギー技術」**

# 応用物理が開く安全・安心な社会

安全・安心で持続可能な社会

快適・愉快で自然な社会

## 情報通信

量子暗号 量子通信 量子計算 絶対秘匿な情報処理・通信技術  
 量子認証／決済等の新プロトコル 高度に安全なワイアレス通信技術  
 改竄・盗作不能なアーカイブ セキュアな通信ネットワーク

## 犯罪・テロ・事故の予防、災害軽減

イメージング(放射線～THz) 生体機能のセンシング  
 バイオメトリクス 高度な認証技術  
 非破壊検査 ITS 極限環境エレクトロニクス  
 高度なアクチュエーション

いつでもどこでも  
 自然で安心な暮らし

## バイオ・ケミカルハザード、 疾病からの保護・健康

食の安全 ウィルス・細菌の超高感度・高速検出  
 大規模データベースと超高速検索 創薬  
 殺菌・浄化 生体機能のセンシング 単一分子操作

## 要素技術

新しい光源・検出器技術 量子情報・通信技術 センサーネットワーク  
 μ-TAS 人に優しいインターフェース ウェアラブルデバイス 人や環境に馴染む素子  
 殺菌・クリーン化 超高感度センシング技術 非接触充電・給電技術 単一分子操作  
 高度な結晶成長 ナノ加工技術 環境調和材料 超巨大ストレージ技術  
 リモートセンシング 画像認識・意味の抽出

2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040

# 情報通信のセキュリティ

## 情報通信

量子暗号 量子通信 量子計算 絶対秘匿な情報処理・通信技術  
 量子認証／決済等の新プロトコル 高度に安全なワイアレス通信技術  
 セキュアな光通信技術 改竄不能なアーカイブ

安全な情報処理・通信・  
 データのアーカイブ

高度な符号化による  
 セキュアな通信技術

量子情報処理  
 技術の確立

セキュアなメモリー技術(改竄不能、痕跡記録など)  
 超大容量ストレージ技術 原子・分子メモリー

高度な認証技術  
 著作物などの安全な管理

信頼できる情報の  
 ストレージ

2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040

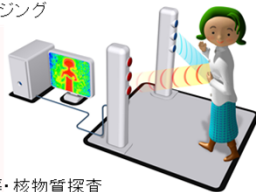
# 犯罪・テロ・事故の予防、災害軽減

## 犯罪・テロ・事故の 予防、災害軽減

イメージング(放射線～THz) 生体機能のセンシング  
 バイオメトリクス 高度な認証技術  
 非破壊検査 ITS 極限環境エレクトロニクス

機器を感じさせない  
 自然で安心な暮らし

ミリ波・THz波イメージング



無線センサネット  
 ワークによる安全  
 モニター

ワイアレス給電技術

スマート衣服

脳マシンインターフェース

スマートスキンなど人に優しいインターフェース

非破壊検査

放射線を用いた爆薬・核物質探査

新しい光検出技術

レーザー

ホームランドセキュリティ

見えないもの  
 を見る

信頼性のある膨大な(スペクトル)  
 データベースの構築と超高速同定

インテリジェントセンサーネット  
 ワーク空間

画像の意味抽出 身元保証と高度な認証技術 高度なアクチュエーション技術

異常検出 極限環境でも動作するエレクトロニクス

パワーエレクトロニクス

2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040

# バイオ・ケミカルハザード、疾病からの保護

## バイオ・ケミカルハザード、 疾病からの保護

食の安全 ウィルス・細菌の超高感度・高速検出  
 殺菌・浄化 大規模標準データベース 創薬 単一分子操作  
 生体機能のセンシング

快適・愉快で  
 自然な暮らし

ミリ波からX線までの広い周波数におけるハザード  
 物質のスペクトルデータベースの構築

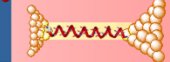
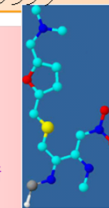
信頼性のある膨大なデータベース  
 の構築と超高速同定

μ-TAS プラズモニクス 創薬

高速単一分子検出技術

有害ガス NOx, VOC 清浄気体 N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

浄化・クリーン化



生体親和素子  
 体内診断素子

単一分子操作・治療

個体のトレース技術 五感や生体情報の定量化

スマート衣服

脳マシンインターフェース

スマートスキンなど人に優しいインターフェース

介護ロボット

自律的マイクロデバイス

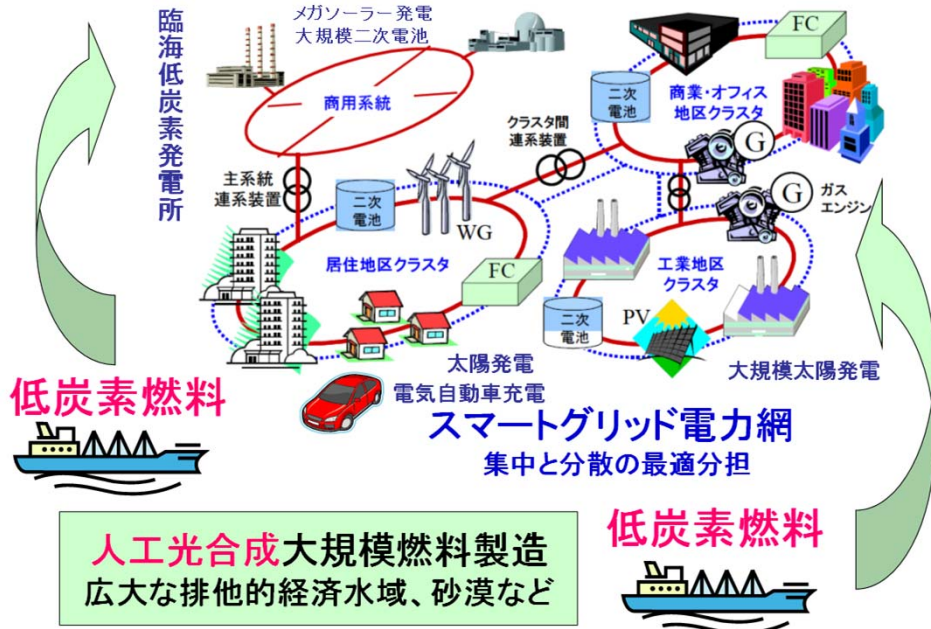
高度なアクチュエーション技術



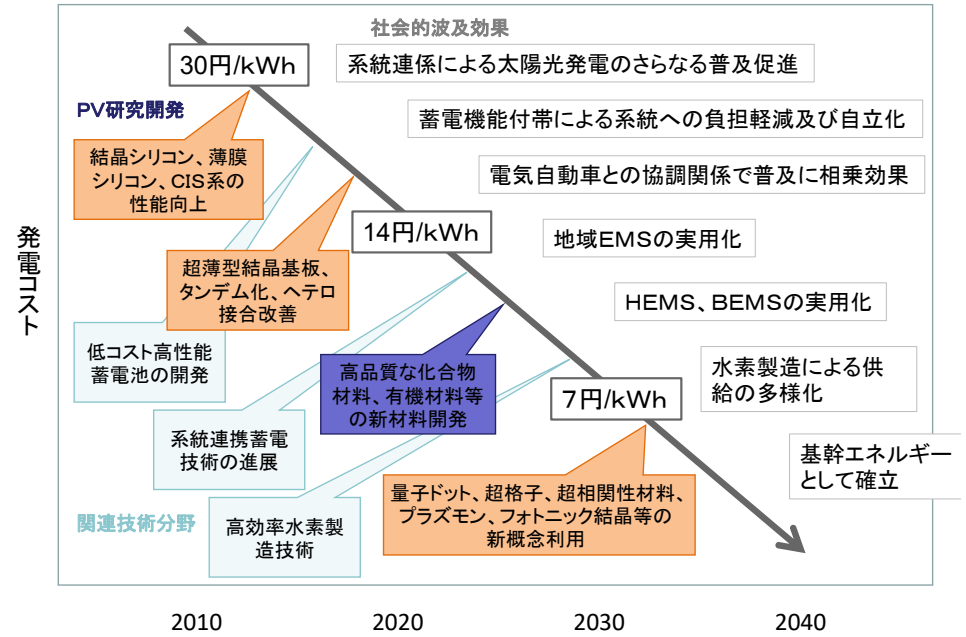
新しい滅菌・殺菌技術

2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040

# 太陽エネルギー高度利用社会 イメージ図



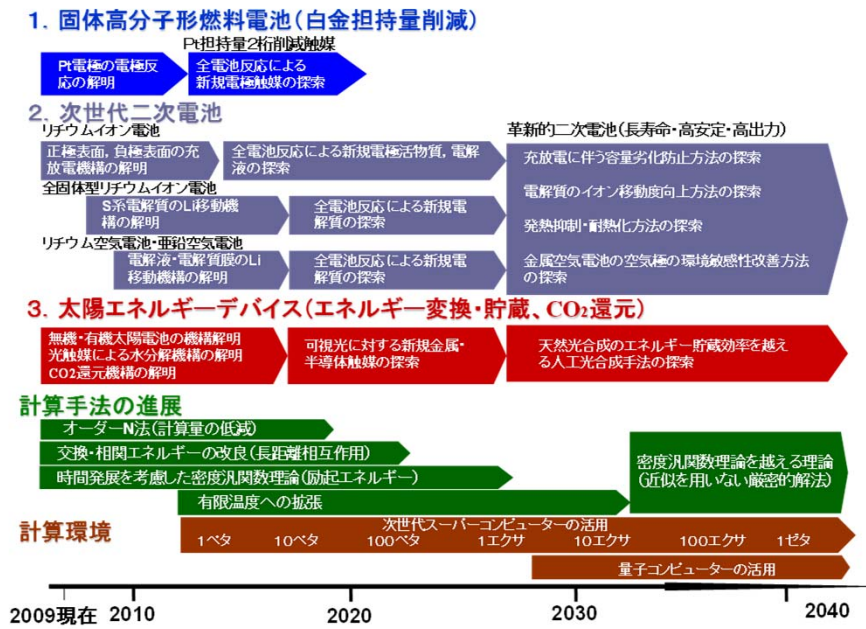
# 太陽電池(PV)



# 大型二次電池 (自動車 / 据置用) 市場要求と課題

二次電池市場 要求性能 (自動車/ 据置用)	市場 要求 コスト 円/(kWh)	市場要求と課題			
		2010	2020	2030	2040
自動車 市場	BHEV	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池	次世代電池
	PHEV	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池	次世代電池
	HEV	Ni-MH電池	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池	次世代電池
電力貯蔵/ 系統連係市場		Pb電池/Ni-MH電池	NaS電池/リチウムイオン電池	NaS電池/リチウムイオン電池	次世代電池
技術アイテム					
リチウムイオン電池	・正極	高容量化	高電位化		長寿命/ 高出力/ 高安定 実現のため の技術開発
	・電解液	耐電圧・難燃化	高耐電圧化		
	・負極	高容量化(炭素系)	高容量化(合金/化合物系)		
金属-空気電池	・Li-空気電池 ・Zn-空気電池	電池反応の解明と材料探索	実用性能の実現		
全固体Li電池	・Li-S電池 ・メタルLi電池	電池反応の解明と材料探索	実用性能の実現		
多価カチオン電池	・Mg電池 ・Ca電池	電池反応の解明と材料探索	実用性能の実現		
新形態リチウムイオン電池	・新構造電池 ・ナノ構造電池	新構造設計と材料探索	実用性能の実現		

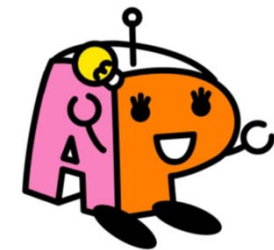
# 計算科学材料設計(エネルギー・環境触媒等)







1. 応用物理学会の紹介
2. アカデミック・ロードマップ作成の経緯
3. アカデミック・ロードマップの要素技術  
クラスターと分野横断型クラスターの一覧
4. アカデミック・ロードマップ(改訂版)の構成
5. 横断型クラスターのロードマップの紹介
6. **材料研究開発戦略へのコメント**





# 「材料研究開発戦略」に対するコメント (I)

- **材料開発や機能創出**
  - 今までにない材料の創出：長期的な地道な努力
  - 新しい物理の発見：天才による閃き
- **元素戦略**
  - 物質・材料を構成し、その機能・特性を決定する元素の役割・性格を研究し、物質・材料の機能・特性の発現機構を明らかにすることで、希少元素や有害元素を使うことなく、高い機能をもった物質・材料を開発する
- **マテリアルズインフォマティクス**
  - 研究者の経験と鋭い直感に依存していた材料探索に替えて、物質特性をコンピュータ上で高精度に計算した材料データベースや人工知能などを活用して時間とコストを大幅に削減する
- **次期元素戦略とは？**
  - マテリアルズインフォマティクスの先は？
  - 例えば、物理や化学の新しい法則は深層学習の手法で予測可能？

# 「材料研究開発戦略」に対するコメント（II）

- **BackcastとForecast**
  - **Backcast**：実現したい社会像（社会的価値）から開発すべき要素技術にブレークダウン
  - **Forecast的**：既にある技術から実現可能な社会像（社会的価値）をビルドアップ
- **SDGs**：創出すべき種々の社会的価値
- **Society5.0**：サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合した「超スマート社会」を未来の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組（やや技術的）

# 「材料研究開発戦略」に対するコメント（III）

- **Backcast的アプローチ**
  - 社会像の決め方が課題。技術分野として固まっていない領域に対しては有効かも（例えば、安全・セキュリティ）
  - 既に技術分野として存在する重要な社会課題の解決につながる研究開発は取り上げ難くなってしまう
- **技術ギャップ的アプローチ**
  - BackcastとForecastした場合に生じる技術ギャップを埋めるためには革新的機能が必要

