

「次世代オペランド計測」に関連する 文科省事業

CREST [未踏物質探索]

研究総括：北川 宏（京都大学）

さきがけ [未来材料]

研究総括：陰山 洋（京都大学）

元素戦略を基軸とした未踏の多元素・複合・準安定物質探査空間の開拓

戦略目標
「元素科学」
の内容

文部科学省ホームページ
「令和3年度の戦略的創造研究推進事業の戦略目標等の決定について」（R3年3月12日発表）
https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2020/mext_00051.html



元素科学の成果が波及する社会実装領域

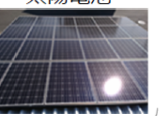
応用先例



蓄電デバイス



モーター



太陽電池



電子回路



センサ

エネルギー関連部材

エレクトロニクス部材

先行事例

ベンチャー企業：FLOSFIA

準安定相のα酸化ガリウムがパワーデバイスとしての最高性能を発現し、社会実装へ

GaO®ダイオード

株式会社FLOSFIA HPより転載



日立金属

3Dプリンタ造形プロセスにより高強度・耐食なハイエントロピー合金を開発



写真提供：日立金属

募集・選考の方針

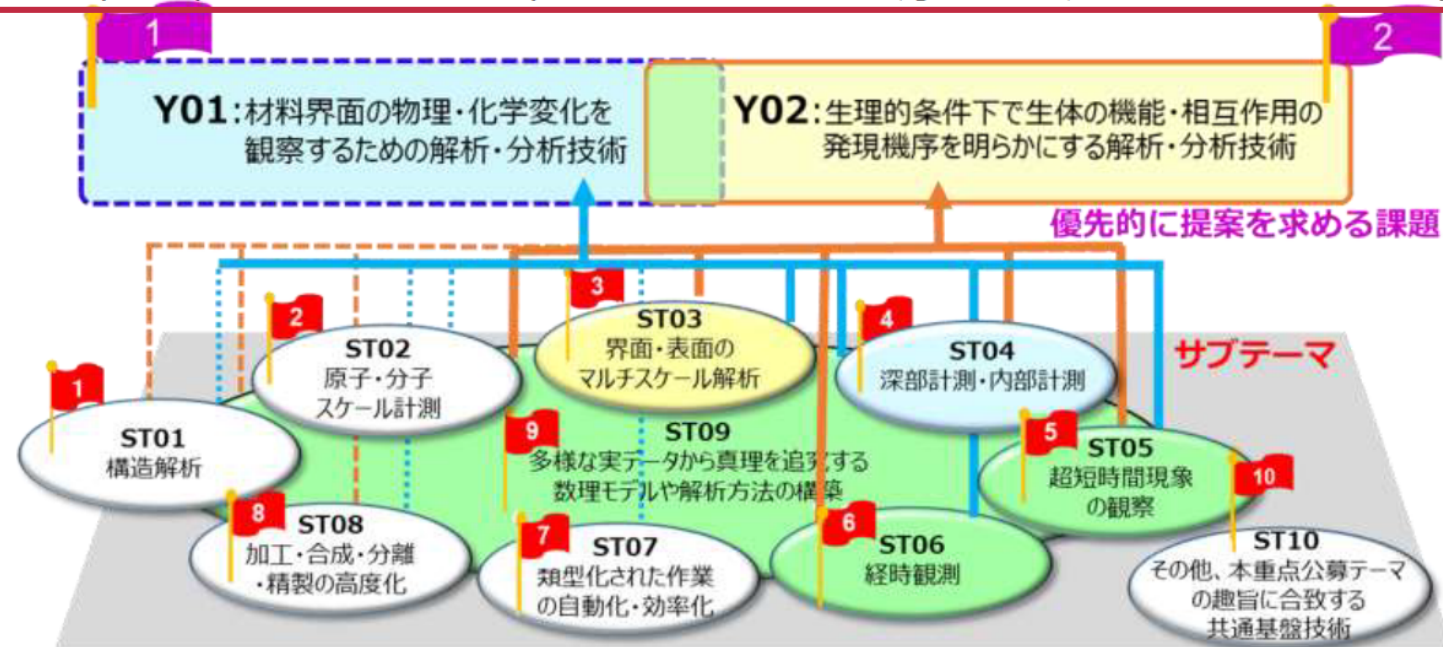
1. サブテーマ

各界のニーズ俯瞰から広範かつ基礎的な技術領域である10のサブテーマを設定し継続公募

2. 「優先的に提案を求める課題」

①材料界面の物理・化学変化を観察するための解析・分析技術(Y01)

②生理的条件下で生体の機能・相互作用の発現機序を明らかにする解析・分析技術(Y02)



JSTホームページ「未来社会創造事業 令和3年度 研究開発提案募集」より
<https://www.jst.go.jp/mirai/jp/open-call/research/r03/index.html>

3. 期待する提案

★これまでの研究実績を本領域の目標達成に向けて新たに展開する提案

★既存の採択課題との高い相乗効果が見込める提案

★将来的に新たな共通基盤開拓のさきがけとなる潜在的な可能性を持つ提案

終わりに

- 物性科学、デバイス開発からバイオ・ライフサイエンスにおよぶ幅広い分野において、**次世代型のオペランド計測は大きく貢献。**
- 「次世代オペランド計測」の実現に向けた施策化が始まっている。今後、**包括的な施策による強力な後押しが必要。**（今後構築に向けて検討されるプラットフォームなどと連携した形での推進が望ましい）
- 分野融合・連携、人材育成を進めるためには、計測分野だけでなく、**応用分野やデータ科学、シミュレーション分野の研究者の参画が不可欠。**

ご理解、ご支援のほど、
よろしくお願いいたします。



参考資料

インタビュー・セミナーにご協力いただいた有識者 (計24名、50音順、敬称略)

雨宮 慶幸
安藤 敏夫
石川 哲也
上野 哲朗
大和田 謙二
岡崎 宏之
小野 寛太
片山 芳則
齋藤 寛之
佐々木 拓生
瀬藤 光利
田桑 弘之
田中 敬二
馬場 嘉信
福間 剛士
松村 大樹
三沢 和彦
藤田 大介
綿貫 徹

高輝度光科学研究センター 理事長 (X線計測)
金沢大学ナノ生命科学研究所 特任教授・主任研究者 (AFM、タンパク質分子)
理化学研究所放射光科学研究センター センター長 (放射光源開発)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター 主任研究員 (計測インフォ)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター グループリーダー (X線回折、結晶)
量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所 任期付研究員 (電池、固体触媒)
高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 准教授 (計測インフォ)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター センター長 (放射光計測)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター 上席研究員 (X線回折、高温高压下)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター 主幹研究員 (X線回折、結晶成長)
浜松医科大学 解剖学 教授 国際マスメイキングセンター センター長
量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所 研究員
九州大学大学院工学研究院 教授 (高分子物性、界面科学)
名古屋大学大学院工学研究科生命分子工学専攻 教授 (ナノ・バイオ計測)
金沢大学ナノ生命科学研究所 教授・主任研究者 (液中AFM、細胞)
日本原子力研究開発機構原子力科学研究所 研究主幹 (XAFS、触媒)
東京農工大学大学院工学研究院工学研究院 院長・教授 (光利用研究全般)
物質・材料研究機構先端材料解析研究拠点 拠点長 (SPM全般)
量子科学技術研究開発機構放射光科学研究センター 次長 (X線磁気光学効果)

(セミナー開催)

今井 英人
金谷 利治
柴田 直哉
高田 昌樹
鷲尾 隆

株式会社日産アーク解析プラットフォーム開発部 部長 (材料分析全般)
高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 教授 (中性子・ミュオン、高分子材料)
東京大学先端ナノ計測センター 教授 (電子顕微鏡材料学)
東北大学多元物質科学研究所 教授 (軟X線顕微鏡)
大阪大学産業科学研究所 教授 (計測インフォ)

CRDS科学技術未来戦略WS「次世代オペランド計測」

ワークショップ報告書「次世代オペランド計測 ～機能計測による新しい科学技術へ～」ダウンロードサイト
<https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2020-WR-11.html>

日時：2020年11月25日（水）、12月2日（水）

形式：リアル（TKP市ヶ谷カンファレンスセンター 8B）とオンライン（zoomを予定）をミックスしたハイブリット形式で開催

1日目（11/25）午前（9:00～12:05）

セッション1 研究開発ニーズ（発表15分＋討論10分）

- 「ライフ・ヘルスケア分野における研究開発ニーズと計測シーズ」
長我部 信行（日立製作所）
- 「タイヤゴム開発におけるオペランド計測と京コンピュータ活用、計測シーズ側への期待」
岸本 浩通（住友ゴム工業）
- 「化学製品製造におけるオペランド計測と計測シーズ側への期待」
松野 信也（旭化成）

セッション2 計測技術シーズ（発表15分＋討論10分）

- 「研究開発をDX化へ導く、放射光オペランド計測の課題と展望」
高田 昌樹（東北大）
- 「レーザー光によるオペランド計測、およびニーズにどう応えるか」
三沢 和彦（東京農工大）
- 「SPMによるオペランドナノ計測の紹介、およびニーズにどう応えるか」
藤田 大介（NIMS）

2日目（12/2）午前（9:00～11:40）

セッション3 計測サービス企業（発表15分＋討論10分）

- 「量子ビームオペランド計測のニーズとシーズをどうつなぐか」
今井 英人（日産アーク）
- 「X線計測機器メーカーの技術シーズと計測の進化への期待」
伊藤 和輝（リガク）
- 「電子顕微鏡における時間分解能観察とレーザー光導入」
沢田 英敬（日本電子）

セッション4 新しい計測技術シーズ①（発表10分＋討論5分）

- 「X線、SEMなどによる電池のマルチスケールオペランド計測（＋シミュレーション）と「次世代」の方向性」
井上 元（九州大）
- 「放射光による結晶成長のオペランド計測と「次世代」の方向性」
佐々木 拓生（QST）
- 「接着界面のオペランド計測と「次世代」の方向性」
田中 敬二（九州大）

2日目（12/2）午後（13:30～16:20）

セッション5 新しい計測技術シーズ②（発表10分＋討論5分）

- 「透過型電子顕微鏡による触媒のオペランド計測と今後」
橋本 綾子（NIMS）
- 「液中AFMによる界面現象や生命現象のオペランド計測と「次世代」の方向性」
福岡 剛士（金沢大）
- 「中性子溶液散乱法によるタンパク質ダイナミクスのオペランド計測と「新世代中性子構造生物学」の方向性」
井上倫太郎（京都大）

セッション6 総合討論

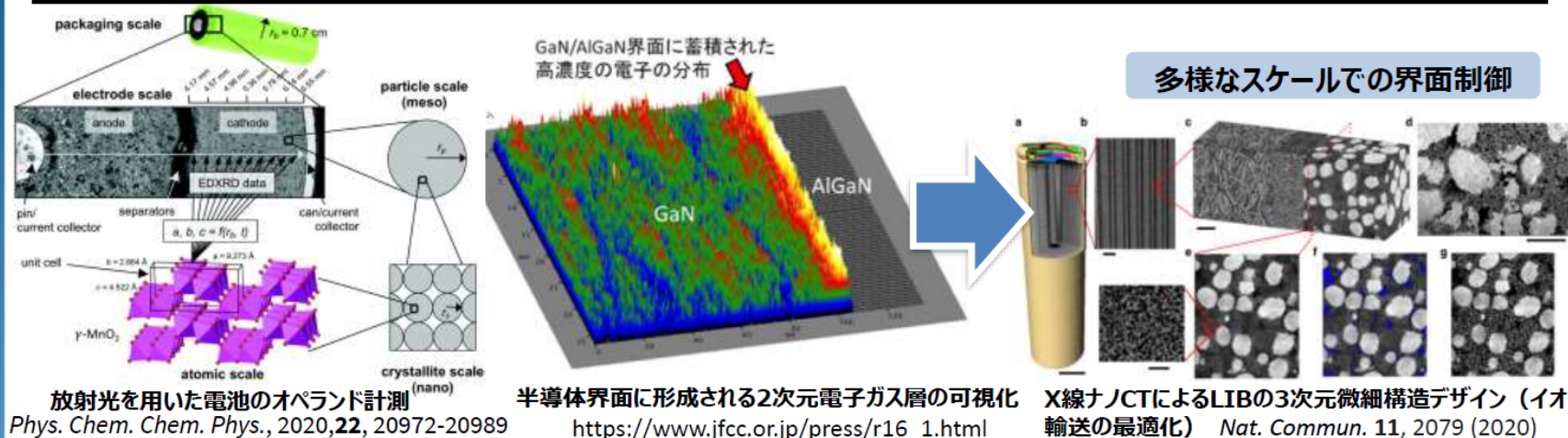
- ファシリテーター：佐藤勝昭（JST/CRDS）
- コメンテーター：雨宮 慶幸（JASRI）、大友 季哉（J-PARC/KEK）、桑田 耕太郎（東京都立大）、瀬藤 光利（浜松医大）、西島 和三（持田製薬）、鷺尾 隆（大阪大）

募集・選考の方針

優先して提案を求める課題①のイメージ(Y01)

「材料界面の物理・化学変化を観察するための解析・分析技術」

計測技術の高度化・マルチモーダル化と数理モデルを用いた界面の物理・化学現象をマルチスケールにつなぎ、俯瞰的な理解のためのシミュレーション技術を組み合わせることにより、**界面の物理・化学現象を理解し、多様なスケールの界面制御の実現を通じて複雑な階層構造を有する製品・デバイスの開発を目指す。**



【開発を期待する基盤技術例】

- ①電池性能向上を目指した界面の放射光計測と電気化学計測技術
- ②イオン伝導体劣化機構解明を目指した界面計測と計算科学の融合技術
- ③メタデータやハイスループット実験、マルチスケール、マルチモーダルなデータから材料物性をより一般的に表現する数理モデル

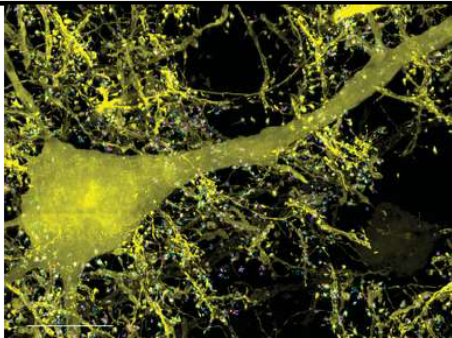
JSTホームページ「未来社会創造事業 令和3年度研究開発提案募集」より
<https://www.jst.go.jp/mirai/jp/open-call/research/r03/index.html>

募集・選考の方針

優先して提案を求める課題②のイメージ(Y02)

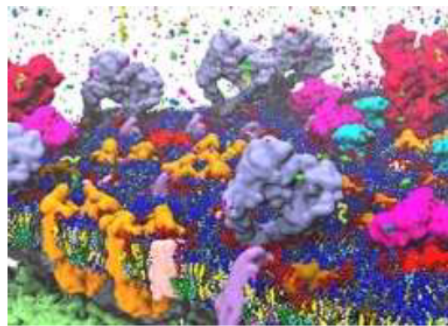
「生理的条件下で生体の機能・相互作用の発現機序を明らかにする解析・分析技術」

生理的環境下で、連続的に変化する物質、細胞内小器官、細胞の動態・相互作用・機能を解析できる技術・機器を開発することにより、生命システムにおける統合的な理解を進め、将来重要な領域である「核酸治療」、「細胞治療」、「脳神経疾患」に資する技術の開発を目指す。



細胞内神経構造(マウス)

Science Vol 363, Issue 6424 (18 Jan 2019)



細胞内の物質の状態解析技術

Chem. Rev. 119, 6184-6226 (2019)



脳神経疾患治療

細胞治療

核酸治療



例（細胞治療）：CAR-T細胞の中皮腫細胞への攻撃
Journal of Thoracic Oncology 113 (1 Jan 2018)

【開発を期待する基盤技術例】

- ①プローブ/顕微鏡/計算科学の融合による、細胞内小器官の動態や脳神経ネットワークを可視化できる技術
- ②細胞内のタンパク質の構造・機能・反応解析ができる技術
- ③微小環境において、多様な細胞の相互作用発現機序に向けたオミクスデータと画像データの統合技術

JSTホームページ「未来社会創造事業 令和3年度研究開発提案募集」より
<https://www.jst.go.jp/mirai/jp/open-call/research/r03/index.html>

「次世代」実現による社会・経済的効果（例：電池市場）

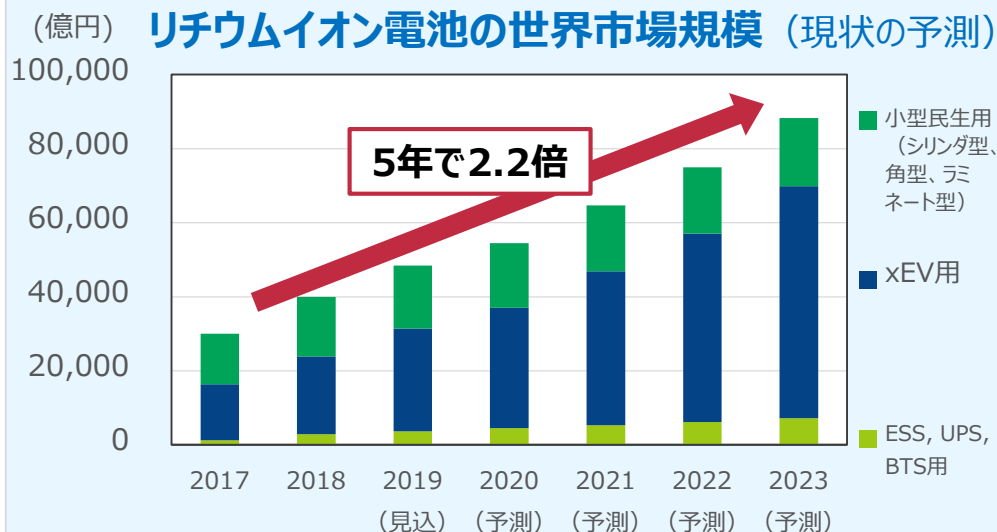
- 現状でも、電池の世界市場規模は**拡大傾向**。
- 「**次世代オペランド計測**」の**実現**で、リチウムイオン電池や次世代二次電池（リチウム硫黄/リチウム空気電池など）の劣化機構の解明（**研究開発ニーズ**）ができれば、**高機能化**（劣化しにくい）・**信頼性向上**につながり、我が国企業のシェア拡大による**社会的インパクト大**

- （現状）電池の世界市場規模はリチウムイオン電池を中心として**拡大し続ける**、という予測

出所：
富士経済研究所「2019電池関連市場実態総調査＜電池セル市場編＞」（2019年11月）

電池全体（二次電池・一次電池）の
世界市場規模（現状の予測）

→ **今後5年で1.5倍**



- 「**次世代オペランド計測**」の**実現**によって、リチウムイオン電池や次世代二次電池（リチウム硫黄/リチウム空気電池など）の「**実環境下での劣化機構の解明**」（**研究開発ニーズ**）が満足された場合

大きな社会インパクト！

電池の高機能化の加速・信頼性の向上

「次世代」実現による科学技術上の効果

材料・デバイス・生体などの機能に
迫る科学的情報の取得を通じた

新しい科学分野の開拓

これまで
理解が進まなかった

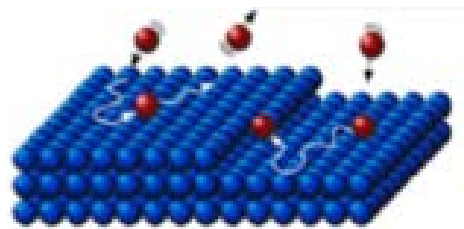
。。。オペランド計測の主な計測対象

過渡的

不安定

不均質

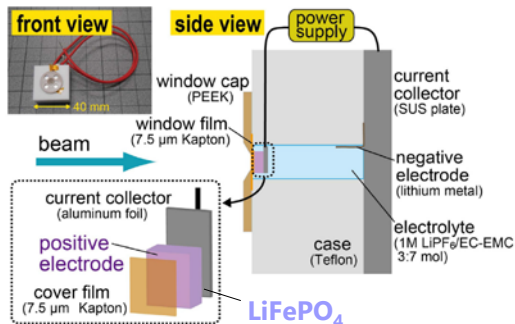
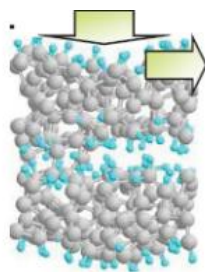
複雑系



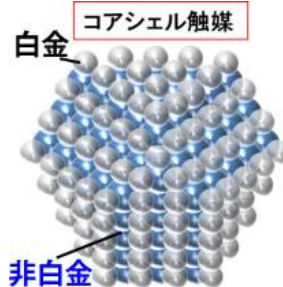
成長途中の結晶



動作中の材料

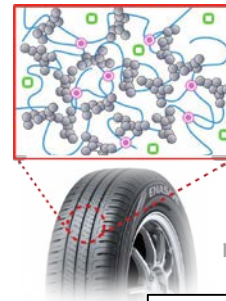


動作中のデバイス

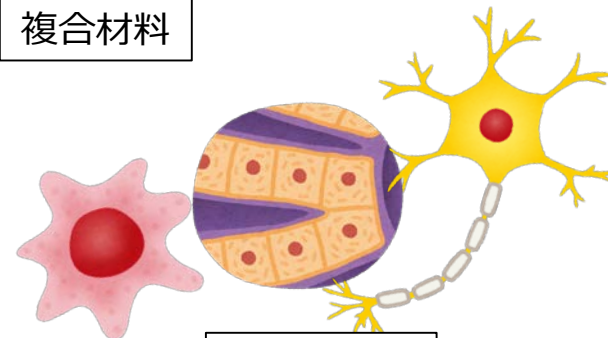
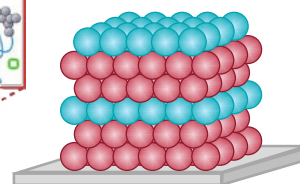


コアシェル触媒

反応中の触媒



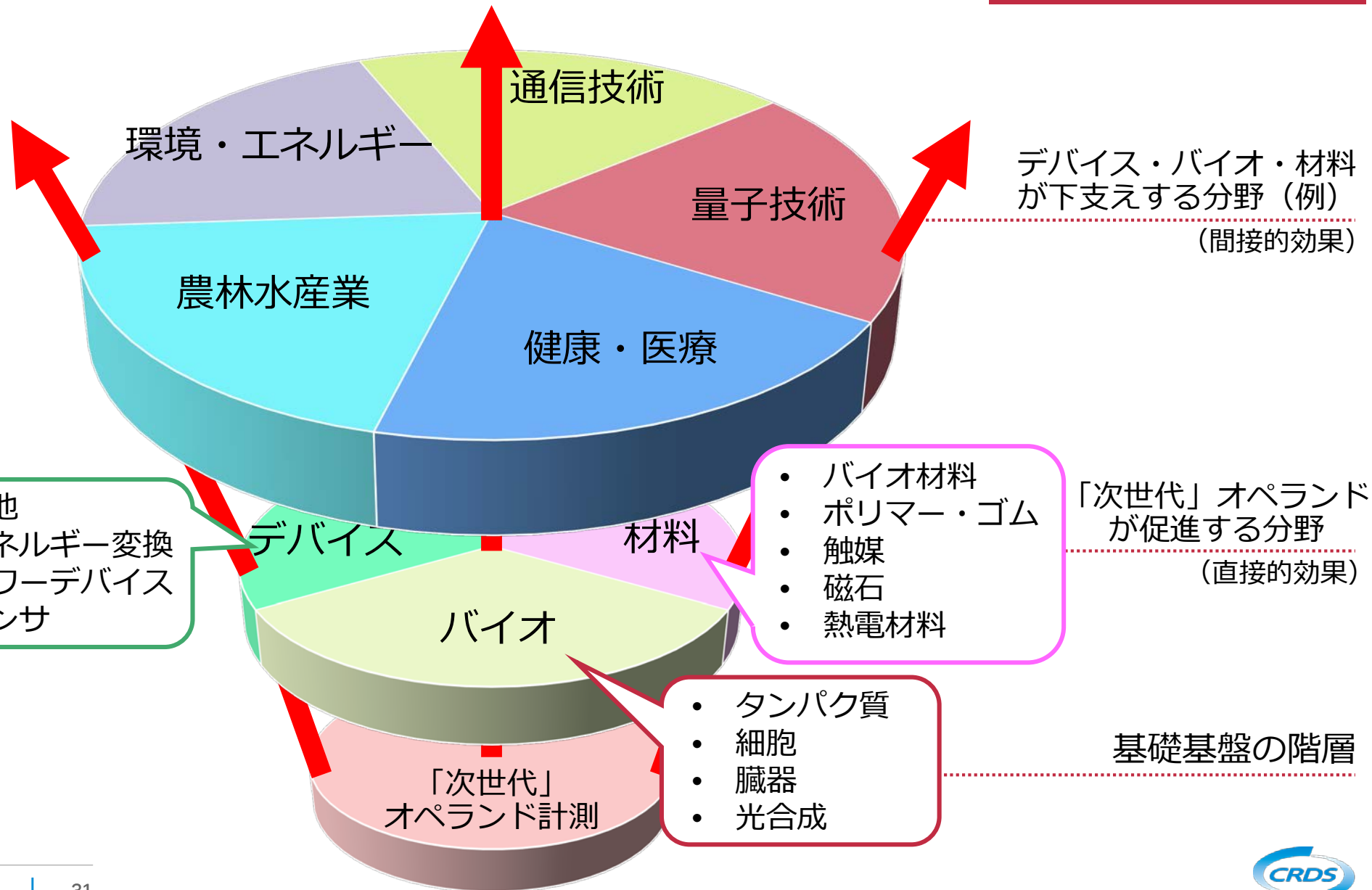
複合材料



生きた細胞

「次世代」実現による科学技術上の効果

広範な分野への
貢献が期待できる



オペランド計測の研究開発の時間軸

