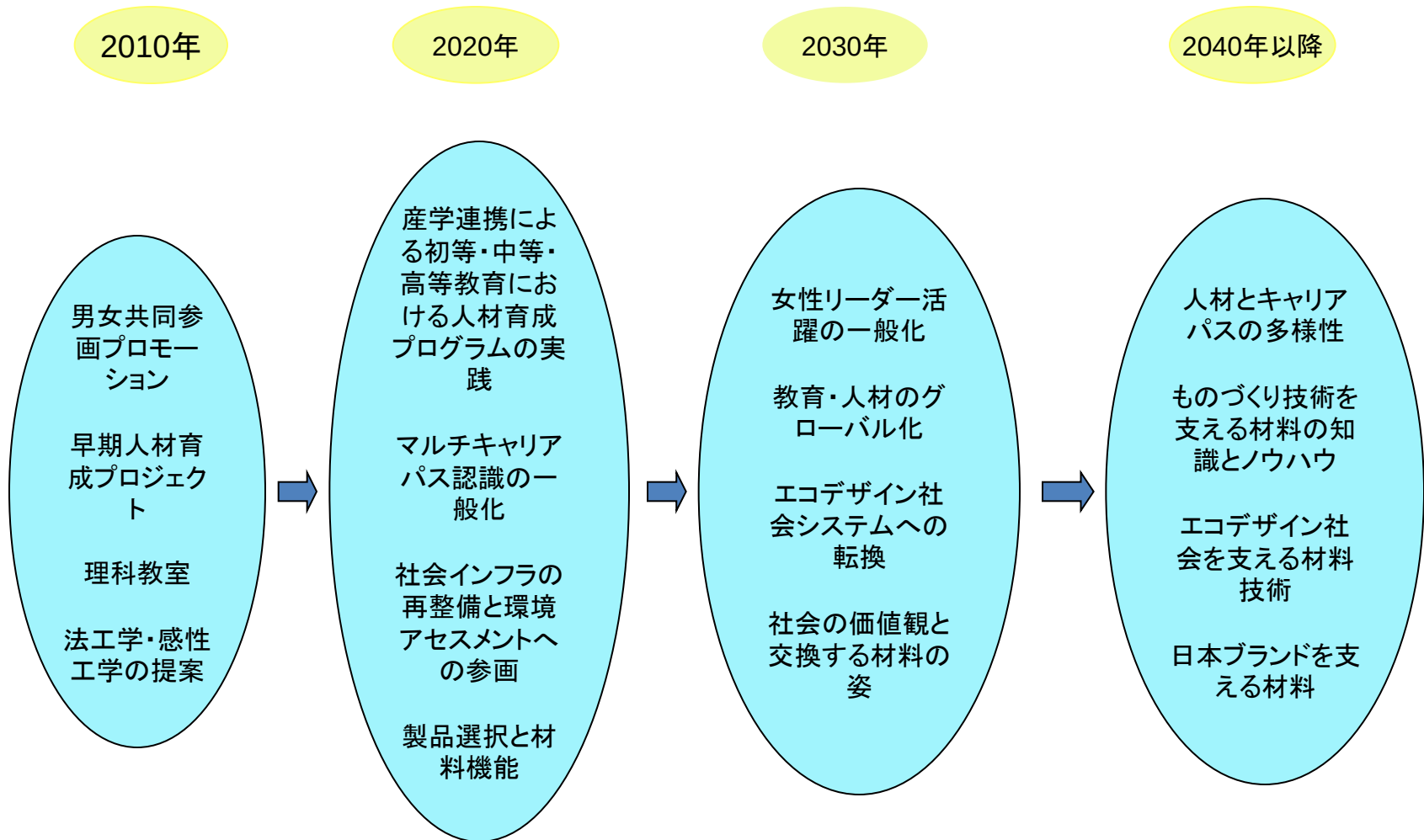
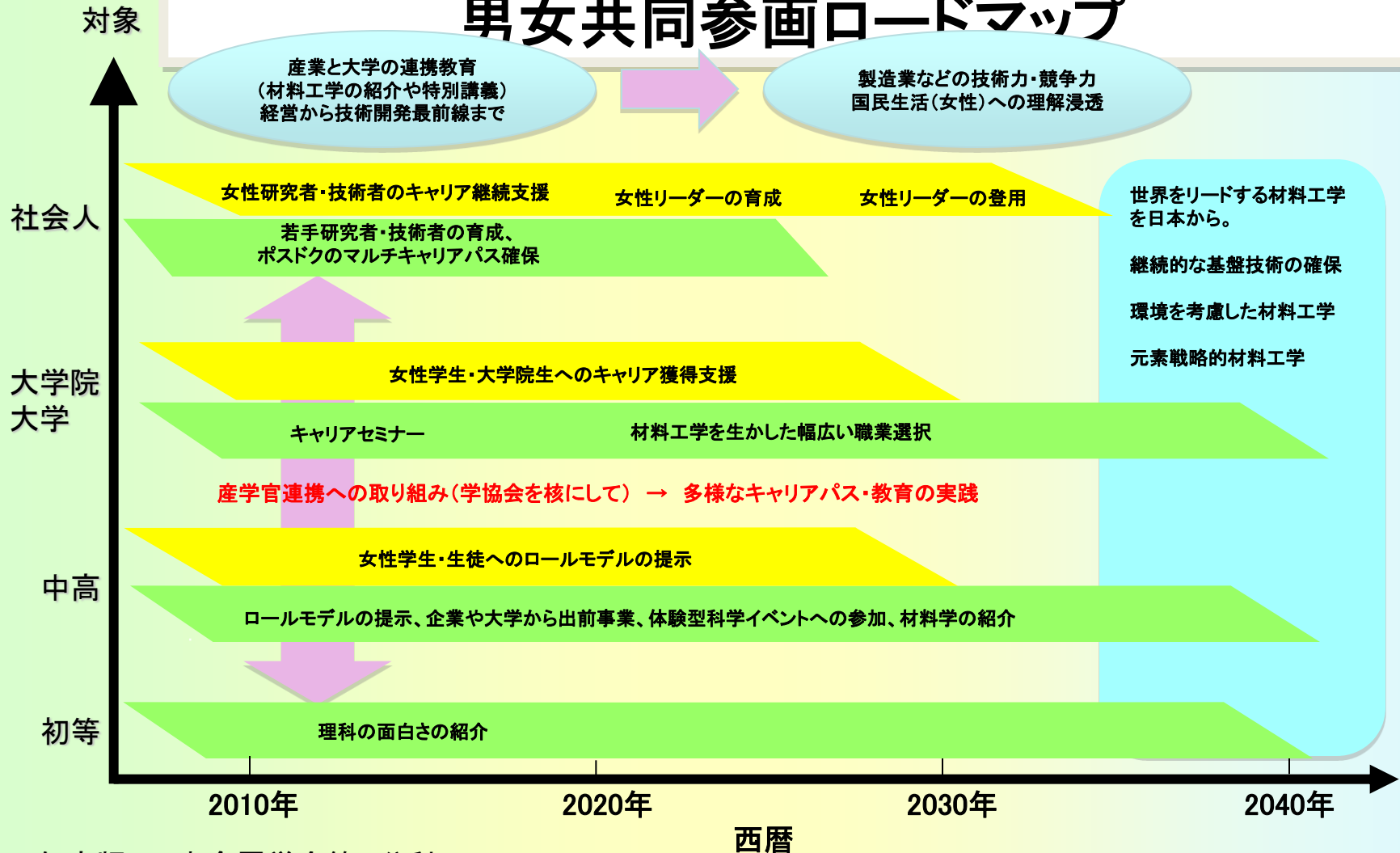


1 1 b . 金属技術

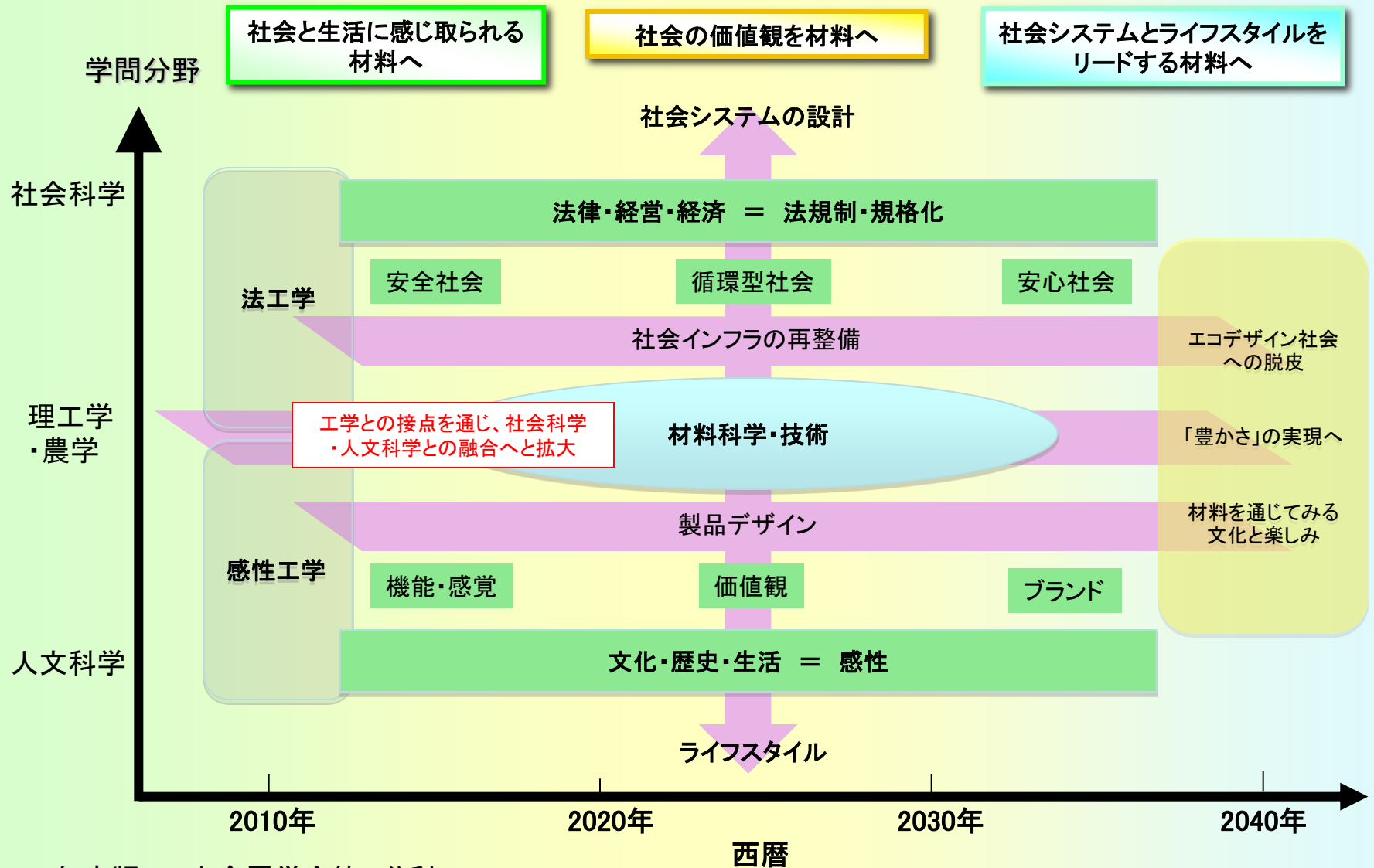
11-12. 材料工学の科学・夢ロードマップ
～科学教育・人材育成・男女共同参画①:材料と社会分野～ (日本金属学会)



(材料・金属分野における)科学教育・人材育成・ 男女共同参画ロードマップ



11-14. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～材料科学・技術と社会科学・人文科学との融合ー法工学・感性工学ロードマップ～



11-15. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～環境・エネルギーと持続的社會と材料:エネルギー材料 分野～

2010年

5 年後

10 年後

25 年以降

エネルギー・ハーベスティング

環境発電用材料 の基盤構築

熱電材料、形状記憶合金、
圧電材料等エネルギー
ハーベスティング材料の開発

環境発電用材料 の高性能化

熱エネルギー変換、
力学(振動)エネルギー変換、
電磁エネルギー変換材料の
発電効率向上

融合化技術の開発 エコ発電の実用化

排熱発電、ウェアラブル発電、
体内発電等の市場への投入
スマートグリッド技術との融合
国際標準化

新しいライフスタイル

スマートグリッド、ユビキタス、
センサーネットワークとの融合
による新しいライフスタイル
の実現

次世代蓄電・発電

(水素燃料電池、太陽電池)

材料開発・ 要素技術確立

リチウムイオン電池材料、
色素増感太陽電池、燃料電池、
水素貯蔵材料

高性能二次電池ー 太陽電池の技術融合、 移動体用水素燃料電池の 社会投入

エネルギー変換効率向上

定置用燃料電池の 社会普及、 高性能二次電池の 移動体応用の本格化

耐久性・信頼性向上

技術融合

水素燃料電池・ 水素貯蔵技術や 高性能二次電池 の実生活での利用

次世代発電プラント材料・

耐熱材料

高性能構造材料の 素材開発

発電プラントの高温化
軽水炉材料の高経年化対応

現行発電プラントの 長寿命化対応技術の確立 軽水炉の高燃焼度化

耐熱構造材料の保全技術開発
高速炉(もんじゅ)の運転と
材料要件の明確化

超臨界発電プラントの 長寿命化対応技術 高速炉(実証炉)の建設

CO2排出量削減への貢献
運転温度の飛躍的な上昇
材料保全技術の確立

技術融合

超々臨界発電プラントの 長寿命化対応技術 商用高速炉の建設

電力の恒常的安定供給
環境調和型構造材料

11-16. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～CO2の大幅削減が期待できる革新的技術群～

エネルギー供給



高効率火力発電



安全安心原子力発電



クリーン太陽エネルギー利用



バイオマス・廃棄物利用



新エネルギー資源開発



自然エネルギー利用
(風力、海洋温度差、波力)



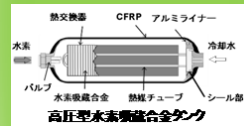
エネルギー貯蔵・輸送



超伝導高効率送電



高性能電力貯蔵



水素エネルギー(製造・輸送・貯蔵)



二酸化炭素回収・貯留

エネルギー需要



革新的材料
地球に優しいものづくり



次世代型高効率照明



省エネ型情報機器・システム
パワーエレクトロニクス



高度交通・物流システム
低環境負荷自動車(プラグイン
ハイブリッド車、燃料電池車、
電気自動車)

省エネ住宅・ビル
定置用燃料電池
HEMS/BEMS/地域レベル
EMS

11-17. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～長期目標達成キーテクノロジーの材料要素技術～

エネルギー
上流側

エネルギーを
創る(変換する)

安全安心原子力発電

- ・高速炉サイクル技術用耐照射損傷材料の開発

自然エネルギー利用

- ・量子ナノ構造を利用した新構造・新材料太陽電池の開発
- ・未利用熱エネルギーを有効利用する熱電変換材料の開発



エネルギーを
溜める・運ぶ

水素エネルギー(製造・輸送・貯蔵)

- ・大容量水素貯蔵合金, 水素分離膜材料の開発
- ・高効率光触媒材料の開発

二酸化炭素回収・貯留

- ・高効率二酸化炭素分離膜材料の開発

高性能電力貯蔵

- ・改良型リチウムイオン電池の開発



エネルギーを
使う

地球に優しいものづくり

- ・高炉ガスからCO₂を分離する吸収液開発
- ・水素還元製鉄プロセス
- ・プラズマ利用ガラス溶融

次世代型高効率照明

- ・LED照明用材料の開発

エネルギー
下流側

11-18. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～資源・環境にかかわる材料技術：エコマテリアル分野～

2010年

10年後

20年後

30年以降

資源採取・回収

低環境負荷採掘技術
都市鉱山の認識
使用済み金属回収
資源循環社会システム構築

海水中元素回収
特異吸着材料
元素選択メンブレン
低品位希土類回収技術

深海底資源採取・採掘
マンガン団塊採取
海底・海底地下探査技術
耐低温高圧材料

他天体資源開発基盤技術？
宇宙資源予測・探査
無人採掘システム
太陽エネルギー利用

材料プロセス

環境負荷低減
廃熱回収・再利用
有害成分回収
ダイオキシン発生抑制

低環境負荷精錬法
高歩留精錬
低品位資源の利用
自動化の推進

CO₂排出大幅削減
環境負荷副産物回収
CO₂回収技術
耐低温高圧材料

脱炭素利用精錬プロセス
国際競争力の確保
水素還元法
高付加価値製品製造

希少元素対策

元素戦略
希土類使用削減
希少金属回収

希少元素使用量削減
回収希土類の分離技術
白金族金属のリサイクル
希少金属の機能解明
希土類の特異性解明

希少元素代替
白金族元素代替化合物
汎用元素の新機能発現

希少元素の完全代替？
核分裂・融合による新同位体製造

耐環境材料技術

耐熱・耐食材料
単結晶耐熱合金
サーマルバリアコーティング
Niレスステンレス鋼
確率統計による寿命予測

高耐環境性材料
1000℃超耐熱合金
材料の寿命予測・長寿命化
腐食現象の数値モデル化技術
材料清浄化による耐食性

耐高温自己修復材料
組織制御による高耐食性発現
第一原理による寿命予測

超耐環境性材料

11-19. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～資源・環境にかかわる材料技術：エコマテリアルロードマップ～

低エネルギー消費・CO₂排出削減
資源循環
高耐久性

CO₂ 排出削減
-低エネルギー消費社会へ-

CO₂回収・固定技術
-京都議定書目標の実現-

希少金属の機能発現メカニズム解明
- 計算科学と実証 -

希少元素の代替

自己修復耐熱材料

材料の寿命予測技術の高度化

宇宙資源？

低
環
境
負
荷

高効率タービン材料

脱レアース依存

省資源型機能材料

-貴金属代替触媒-

海水よりの
レアース採取

リスクベースマネジメント

フェライト系高耐食
ステンレス鋼

都市鉱山
の活用

低温高速還元

エネルギーミニマム プロセス

タイオキシソ発生
低減プロセス

低品位原料
からの製鉄

ゼロエミッション プロセス

脱炭素エネルギー社会
-国際競争力の保持-

水素還元製鉄

深海底マンガ
ン塊採取

低環境負荷資源獲得

2010年

2020年

2030年

2040年

西暦

11-20. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～高効率エネルギー利用・IT高機能化①: 電子・情報材料分野～

2010年

- # 固体磁気メモリ
(プロセス180nmメモリ面積 $25F^2$)
- # 高密度磁気記録
(100Gbit/in²)
- # TMRヘッド
- # 発光素子
(LED、レーザのウエハ開発)
- # パワーデバイス材料
(SiCのウエハ開発)
- # スケーリングCMOS
- # TFT・太陽電池
(100nmテクノロジー)
- # モーター用強力磁石
- # 磁気冷却の室温化

(5)年後

- # 固体磁気メモリ
(45nm, $20F^2$)
- # 高密度磁気記録
(1Tbit/in²)
- # TMR/CPP-GMRヘッド
- # 発光素子
(2インチウエハ開発)
- # パワーデバイス材料
(SiCデバイス)
- # ブースターCMOS
- # TFT・太陽電池
(65nmテクノロジー)
- # コンポジット磁石
($BH_{max} > 600\text{kJ/m}^3$)
- # 磁気冷凍冷蔵庫

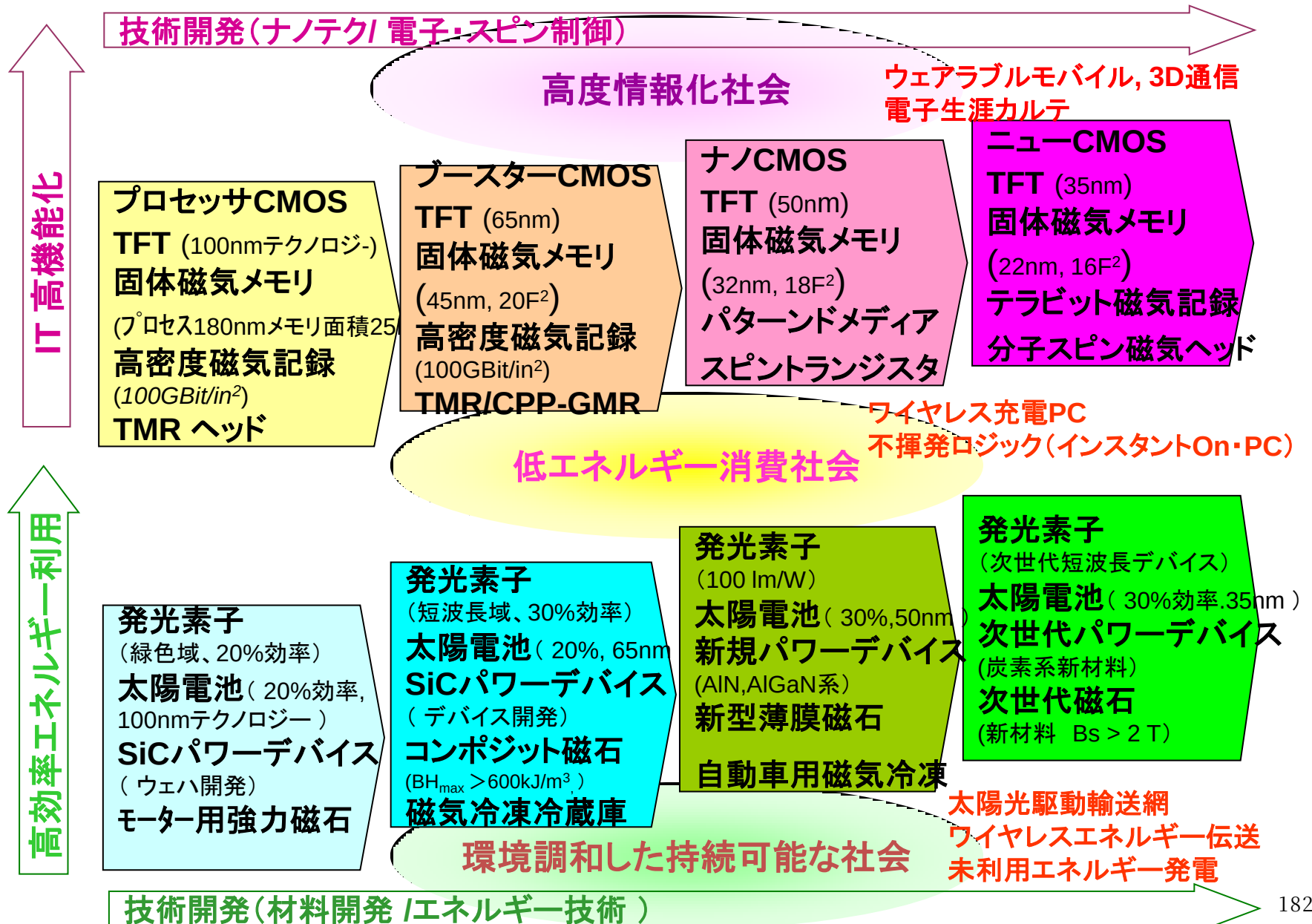
(10)年後

- # 固体磁気メモリ
(32nm, $18F^2$)
- # パターンメディア
- # 新原理磁気センサヘッド
- # スピントランジスタ
- # 発光素子
(3インチウエハ開発)
- # パワーデバイス材料
(AlN, AlGaInデバイス)
- # ナノCMOS
- # TFT・太陽電池
(50nmテクノロジー)
- # 新型薄膜磁石
- # 車載用磁気冷凍機

(15) 年以降

- # 固体磁気メモリ
(22nm, $16F^2$)
- # 新原理メディア
(100Tbit/in²)
- # 分子スピン磁気ヘッド
- # 発光素子
(4インチウエハ開発)
- # パワーデバイス材料
(新炭素系デバイス ?)
- # ニューCMOS
- # TFT・太陽電池
(32nmテクノロジー)
- # 次世代磁石
(新材料 $B_s > 2\text{T}$)

11-21. 材料工学の科学・夢ロードマップ
 ~高効率エネルギー利用・IT高機能化②: 電子・情報材料分野~



11-22. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～材料と生体のハーモニー：生体福祉材料分野～

2010年

(10)年後

(20)年後

(30)年以降

素材高機能化

安全化

Niフリーステンレス鋼
NiフリーCo-Cr合金
V, Alフリーチタン合金
耐摩耗性材料
低弾性率合金
Ti基形状記憶・超弾性合金

新規機能・形態制御

メタルオンメタル人工関節
生体吸収性金属材料
複合材料
金属製スキャホールド
配向性材料
低磁化率合金

低コスト化・実用化

レアメタルフリー合金
組織と直接結合する金属材料
グローバルスタンダード確立

生体適合・調和性

テーラーメイド材料
50年間使用可能なインプラント

プロセス開発

低コスト化

積層造形技術
ニアネット製造
大容量クロール法

プロセス多様化

複合化技術
新チタン製錬法
革新的溶解技術

新原理プロセス

超高純度化
超高清浄度化
チタンの連続製造
細胞利用プロセス

生体融合プロセス

自己組織化
人工臓器製造

評価・生体適合性・組織再生

表面機能・バルク機能

セラミックコーティング
機能分子修飾
力学的適合性
生体組織学的評価

医療技術との融合

デバイス化
低侵襲性医療
分子生物学的評価技術
バイオセンシング

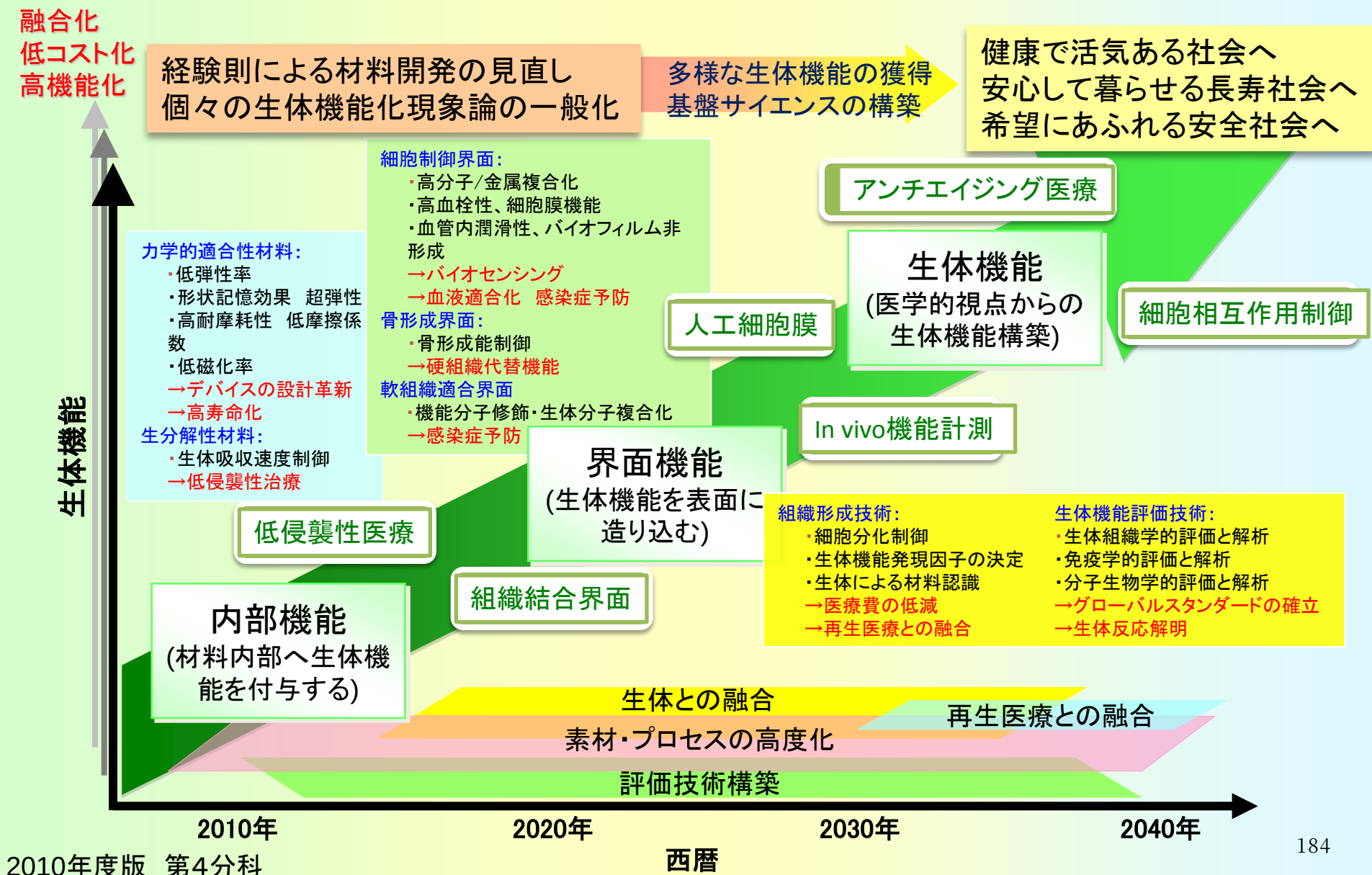
生体との融合

骨再生
人工細胞膜
感染症予防
免疫学的評価技術
In vivo計測技術

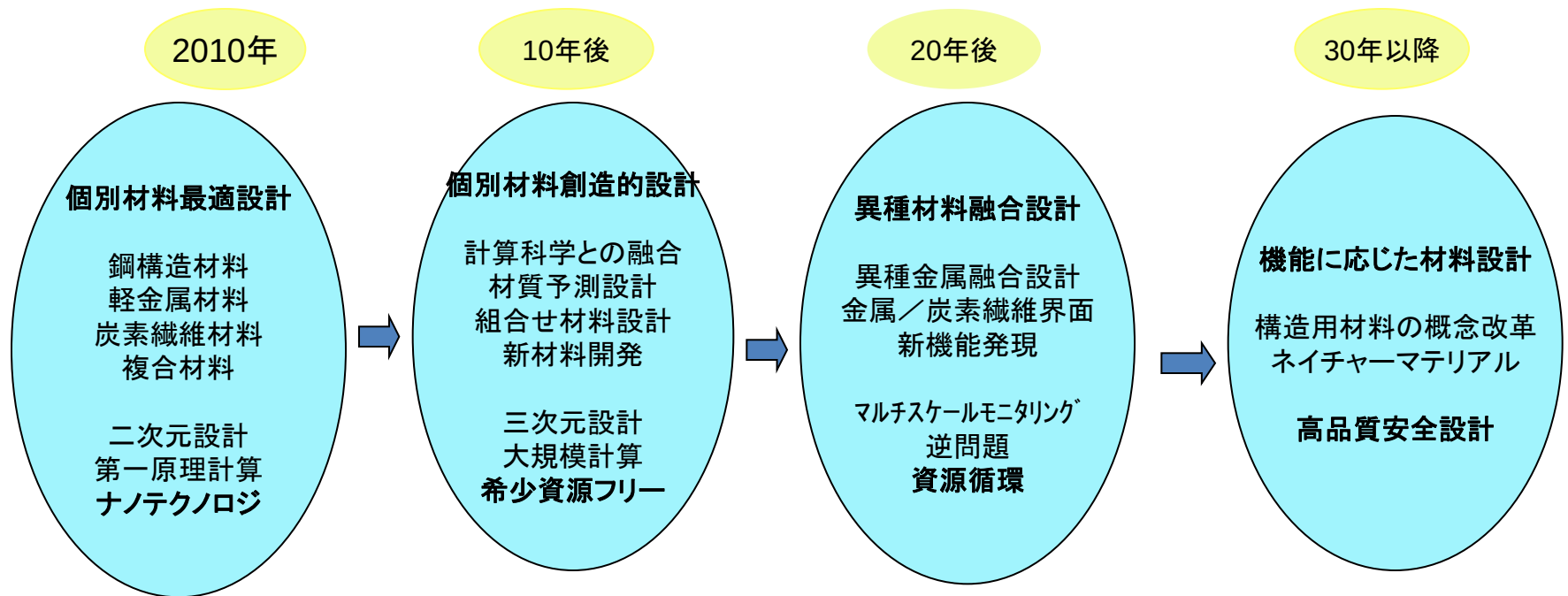
再生医療との融合

大容量骨再生
歯牙組織再生
細胞相互作用制御
金属アレルギー対策の確立

11-23. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～材料と生体のハーモニー：生体材料ロードマップ～



11-24. 材料工学の科学・夢ロードマップ
～創造的材料設計が切り拓く構造用材料：社会基盤材料分野～



11-25. 材料工学の科学・夢ロードマップ ～創造的材料設計が切り拓く未来型社会基盤～ 構造用材料ロードマップ～

高品質
エコ・リサイクル
環境負荷低減

基礎材料開発から
低炭素社会実現への期待

材料設計予測技術から
資源レス対応社会へ

環境変化に追従できる
未来社会へ

低CO2社会の確立:

- ・輸送車両のクリーンエネルギー化
- ・軽量良加工性の先進鉄鋼材料
- ・航空機材料の軽量化

マテリアルリサイクル技術の確立:

- ・クラーク数の高い元素利用推進
- ・チタン・マグネシウムの有効活用技術

マテリアル調和技術の確立:

- ・異種材料の接合技術の開発
- ・LCA視点での材料設計

新エネルギー材料:

- ・高温、腐食環境での新合金設計
- ・トップダウン型元素フロー分析・制御

低コスト新プロセス:

- ・電力・水・資源分配の再構築

ネイチャーマテリアル
テクノロジー

高品質安全設計

モニタリング技術と
材料技術の融合

異種間材料含む
マルチスケール
成形加工技術

資源循環

低炭素社会適応材料:

- ・ライフサイクルCO2半減材料
- 易分解適応材料・標準規格材料:
- ・資源生産性2倍
- 易循環材慮:
- ・廃棄物新資源化

原子(ナノ)～マクロ
マルチスケール
計算科学技術

材料科学と計算科学の融合

希少資源フリー

チタン新製錬法技術

レアメタル代替技術

ベースメタル元素戦略
不足資源代替・効率利用化

ナノテクノロジー

マルチスケール
3次元可視化・組織
定量化技術

環境対応マテリアル

2010年

2020年

2030年

2040年

西暦