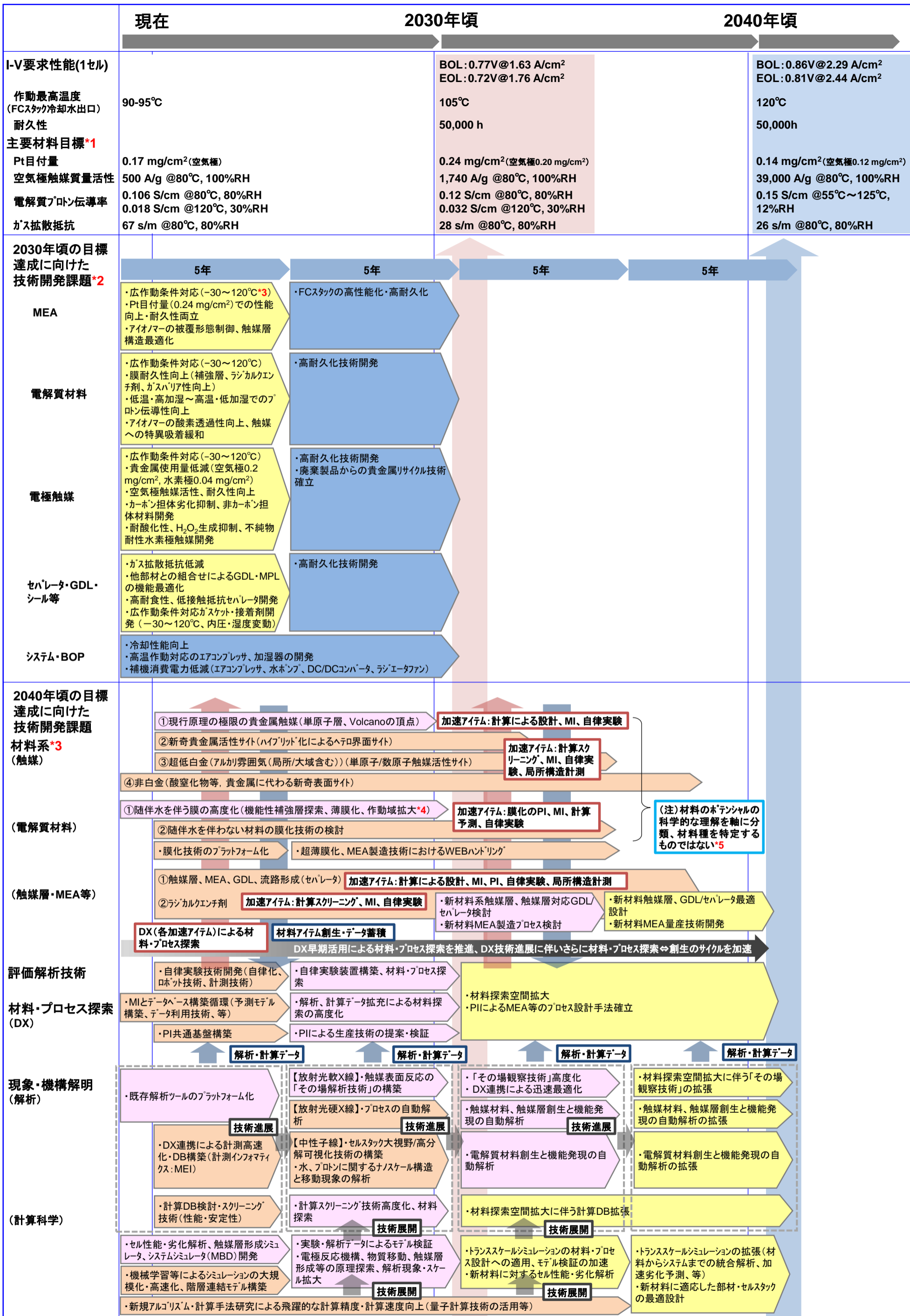


	現在	2030年頃	2040年頃
普及シナリオ (HDV)	<p><b>燃料電池HDVの初期導入段階</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内はバス(約110台)・フォークリフト(約330台)で先行、トラック、鉄道、船舶で試験運転・技術実証の開始段階、海外でも幅広いHDVで実証段階、鉄道、フォークリフトは商用運転開始</li> <li>国内運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量2.06億トン(全体の18.6%)の内、HDVで52.6%(トラック36.8%、バス1.9%、内航海運5.0%、鉄道3.8%、航空5.1%)*1</li> </ul>	<p><b>燃料電池HDVの本格普及開始段階</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内外の主要国で大型トラックをはじめ、船舶、電車、建機・農機など他のアプリケーションへの本格普及の開始</li> <li>【参考】欧州:FCトラック累積最大10万台、米国:FCフォークリフト累積30万台</li> <li>国内運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量1.46億トン(2019年度比▲約29%)*2、商用車の電動化は8トン以下で新規の20~30%、8トン超は2030年までに5千台の先行導入</li> </ul>	<p><b>HDV領域のカーボンニュートラル実現</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>【2050年】燃料電池HDVによる運輸部門のカーボンニュートラル実現に貢献</li> <li>FCトラックのグローバル累積導入台数最大1,500万台(市場規模300兆円)*3</li> </ul>
製品目標 (HDV)	<p>FCシステムは大型トラック(2030年頃:25トンクラス、2040年頃:44トンクラス)を対象に目標を検討し、船舶(内航貨物船、沿岸旅客船)、鉄道(2両編成)、油圧ショベル(20トン/13トンクラス)、農業用トラクタ(50 kWクラス)、フォークリフト(1-2トンクラス)の各アプリケーションに対して成立する共通目標として設定</p> <p>水素貯蔵は大型トラック、船舶(内航貨物船、沿岸旅客船)、鉄道(2両編成)、油圧ショベル(20トン/13トンクラス)、農業用トラクタ(50 kWクラス)、フォークリフト(1-2トンクラス)の各アプリケーションを対象にした各々の製品目標の検討と、各貯蔵技術目標が網羅的に成立性することを確認し目標として設定</p>		
システム仕様			
FCシステム出力密度	0.24 kW/L*4	0.60 kW/L*5	0.80kW/L*5
水素貯蔵密度(高压)	6 wt%, 20 g/L	10 wt%, 28 g/L*14	15 wt%, 29 g/L 以上*14*15*16*17
(液水)	—	17 wt% ← 数値検討中につき2017年公開の数値を記載	← 長距離用途への充足から設定(数値検討中)*17
(貯蔵材料)	—	—	'50年8 wt%以上、70g/L以上 @貯蔵圧力1MPa以下
FCスタック性能*6 I-V要求性能(1セル)*7		BOL:0.77V@1.63 A/cm <sup>2</sup> EOL:0.72V@1.76 A/cm <sup>2</sup>	BOL:0.86V@2.29 A/cm <sup>2</sup> EOL:0.81V@2.44 A/cm <sup>2</sup>
作動温度範囲	起動最低温度:-30℃ 作動最高温度:90-95℃	起動最低温度:-30℃(外気) 作動最高温度:105℃ (冷却水出口温度)	起動最低温度:-30℃(外気) 作動最高温度:120℃ (冷却水出口温度)
入口湿度		20%RH	12%RH
耐久性	約4,100時間*8	50,000 h	50,000h
コスト			
FCシステム(内:FCスタック)		0.9 万円/kW*9 0.45 万円/kW*9	コンペ相当(数値検討中)
水素貯蔵システム	6~10 万円/kg	2~4 万円/kg*9	
Pt量		0.19 g/kW*10	0.07 g/kW*11*12
LCA			カーボンニュートラル達成レベル
普及シナリオ (FCV)	<p><b>車両導入支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各社単一車種</li> <li>国内</li> </ul>	<p><b>FCVの本格的な普及拡大(FCVの世界最速普及)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ホリゾンゾーン向けのFCVの投入</li> <li>多数車種へ拡大                     <ul style="list-style-type: none"> <li>燃料電池スタック供給による適用範囲の拡大、低コスト化の加速</li> </ul> </li> <li>スタック、周辺機器の製造・供給プレーヤーの拡大</li> </ul>	<p>スタック排熱量大幅削減 高出力密度化 低コスト化 高耐久化</p>
製品目標 (FCV)	<p>車種展開を想定しセダン以外のSUV、バン、ピックアップも対象に目標を検討。今後具体的な目標値を設定する。</p>		
システム仕様			
水素貯蔵密度(高压)	6 wt%, 20 g/L	10 wt%, 28 g/L	15 wt%, 29 g/L 以上
FCスタック性能			
I-V要求性能(1セル)		BOL:0.84V@0.2 A/cm <sup>2</sup> BOL:0.66V@3.8 A/cm <sup>2</sup>	効率向上による燃費改善と出力密度向上によるFC小型化
作動温度範囲	起動最低温度:-30℃ 作動最高温度:90-95℃	起動最低温度:-30℃(外気) 作動最高温度:105℃ (冷却水出口温度)	起動最低温度:-30℃(外気) 作動最高温度:105℃~120℃ (冷却水出口温度)
入口湿度			
耐久性	無交換(15年以上)	無交換(15年以上)	未来社会に相応するレベル*13
Pt量		0.05~0.1g/kW	資源循環可能となるレベルへ更なるPt量低減*12
コスト			
FCシステム(内:FCスタック)		0.4 万円/kW 0.2 万円/kW	コンペ相当(数値検討中)
水素貯蔵システム	6~10 万円/kg	10~20 万円	
LCA			カーボンニュートラル達成レベル
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究人材確保(若手研究者への重点投資、キャリアパス整備、雇用機会確保、海外連携・人材流動)</li> <li>・異分野融合のチーム型研究、俯瞰・統合研究プログラムダイレクタの育成</li> <li>・産官学連携・人材流動による若手を中心とした研究者育成(サバティカル、社会人博士、産学クロスポイント)</li> </ul>		

**【備考】**

\*1 国土交通省「2019年度における運輸部門における二酸化炭素排出量」より引用  
 \*2 経済産業省「第6次エネルギー基本計画 2030年におけるエネルギー需給の見通し」より引用  
 \*3 Hydrogen Council「Hydrogen Scaling up」等に基づいた推計値  
 \*4 現行の市販FCモジュールのカタログ値から算定(定格出力80 kW、システム容積約328 L)  
 \*5 各アプリケーションのFC最大出力/FCシステム搭載スペースで算出し、最も厳しい値を設定(解説書2.3.2参照)  
 \*6 各アプリケーションの使用環境・使われ方・耐久性・冷却性能・搭載性を満たす共通の2030年頃のスタック目標を設定(解説書2.2.2, 2.2.3参照)  
 \*7 大型トラックの製品要件から導出された2030年頃、2040年頃の目標I-V特性上の熱定格動作点(解説書1.3参照)  
 \*8 DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record #20005, "Automotive Fuel Cell Targets and Status", Aug. 2020  
 \*9 大型トラック年産10万台前提のコスト、水素貯蔵システム、二次電池、インバータ、モータ等の電動化部品を含まない(解説書2.3.1参照)  
 \*10 Pt目付量0.24 mg/cm<sup>2</sup>(空気極0.2 mg/cm<sup>2</sup>, 水素極0.04 mg/cm<sup>2</sup>)としてスタック1基あたりの定格出力114 kW, MEA面積273 cm<sup>2</sup>, 330セルを前提条件とした数値  
 \*11 Pt目付量0.14 mg/cm<sup>2</sup>(空気極0.12 mg/cm<sup>2</sup>, 水素極0.02 mg/cm<sup>2</sup>)としてスタック1基あたりの定格出力190 kW, MEA面積293 cm<sup>2</sup>, 330セルを前提条件とした数値  
 \*12 2050年にはPtの資源循環可能なレベルまでの低減が必要(解説書2.3.3参照)  
 \*13 シェアリング、自動運転等の社会の変化に相応する耐久性  
 \*14 水素貯蔵密度はL/D≧5の容器の目標とする  
 \*15 超高強度のFRP用繊維、IoT、DX技術を活用した検査技術とそれによる貯蔵容器の安全率等規制緩和などもあわせて目指す想定  
 \*16 HDV・FCV以外の産業用アプリケーションでは、運用現場への水素供給手段の整備課題への対応が前提となる  
 \*17 HDVトラックについては、水素搭載スペースを確保するため全長規制の緩和等に向けての検討が必要である



凡例

- 【材料・部材・システム開発】 新規シーズ・新学理探索
- 【評価・解析技術】 基盤構築・手法基礎研究
- 新学理に基づくコンセプト・技術シーズ確立
- 要素技術開発
- 評価・解析技術の高度化・機能拡張
- 評価・解析技術の拡張・応用
- 実用化技術開発

**【備考】**

\*1 現在は第二世代MIRAI(乗用車)の値。I-V要求性能を達成するための材料目標の詳細については別途記載(解説書1.4および2030年目標は解説書2.5.3、2040年目標は解説書2.6.3参照)

\*2 2030年頃までのFCスタックの生産技術開発課題は「FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップ(FC生産技術)」を参照。

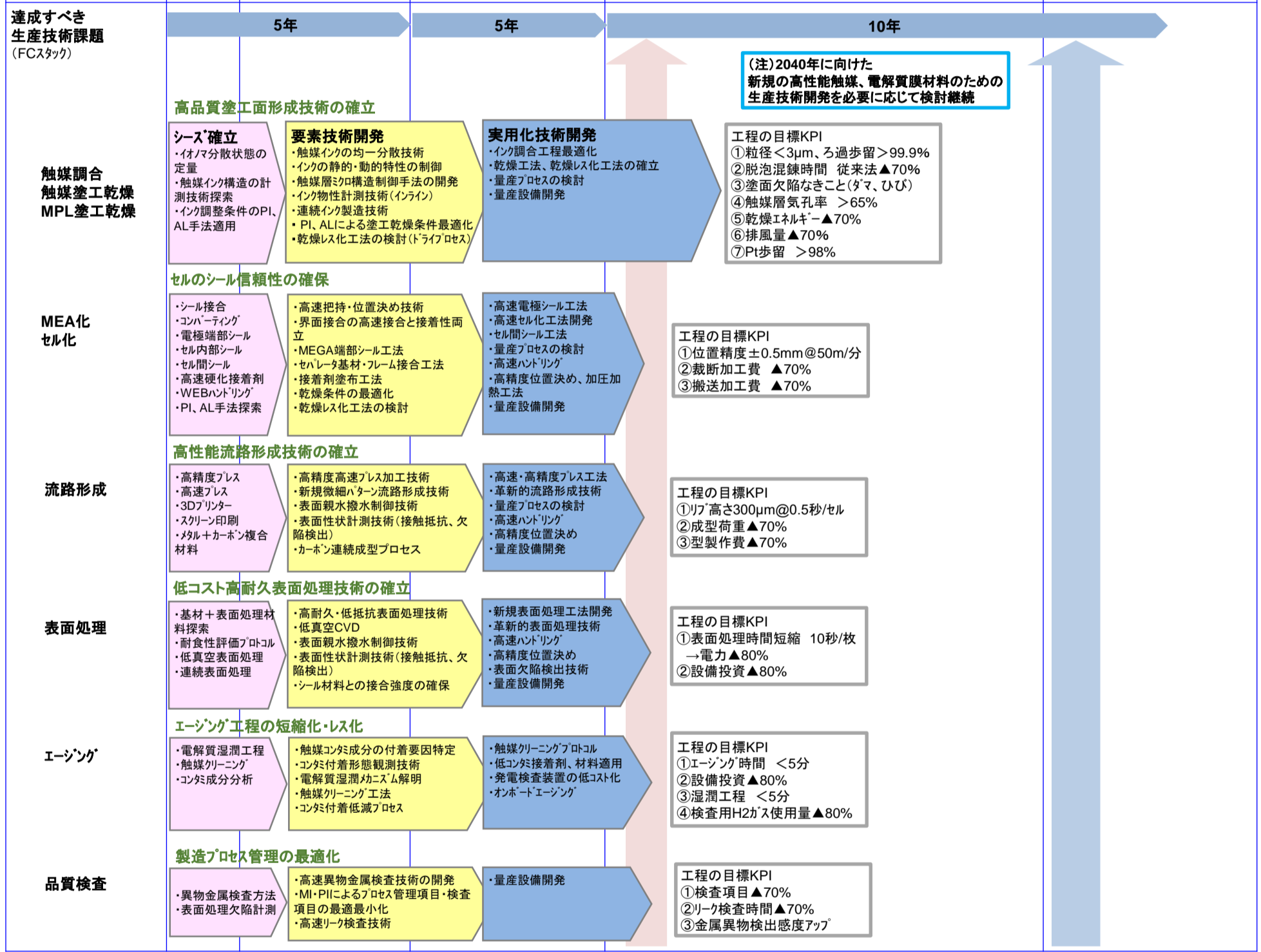
\*3 FCスタックの冷却水出口温度に対して電解質膜面の温度は最大で+5~10°C、広範囲な作動温度に対する材料開発が必要(2030年目標は解説書2.5.2および2.5.4、2040年目標は解説書2.6.2および2.6.4を参照)

\*4 55(高RH)~125°C(RH12%)でのプロトン伝導性確保が前提(解説書2.6.3を参照)

\*5 材料開発の方向性に関する詳細については解説書2.6.4を参照



	現在	2030年頃		2040年頃
普及シナリオ (HDV)		【燃料電池HDVの初期導入段階】 ・国内バス、フォークリフト等数百台 ・トラック、鉄道、船舶で試験運転・技術実証		【HDV初期導入開始段階】 ・燃料電池HDVトラック、船舶等への本格普及開始 ・欧州10万台 国内数万台
HDVコスト目標			FCシステム FCスタック 0.9万円/kW*1 0.45万円/kW	
普及シナリオ (FCV)		【FCV初期導入開始段階】 ・国内7,500台程度	【FCV本格普及開始段階】 ・国内目標20万台 ・国内普及目標FCV80万台*3	【FCV領域CN達成時期】 ・FCV 300-600万台*4 *スタック排熱量大幅削減 *高出力密度化 *低コスト化 高耐久化
FCVコスト目標			FCシステム FCスタック 0.4万円/kW *1 0.2万円/kW	
製造能力目標 HDV+FCV※	3万台/年 (公表値)	3万台/年→7万台/年	7万台/年→21万台/年 *FC HDVとFCV混流	21万台/年 →50万台/年
ライン原単位 (想定規模)	2,500台/月/ライン	→6,000台/月 ×1か所	6,000台/月 1か所→3か所	6,000台/月 3か所程度 10,000台/月 ×複数か所
生産速度 (タクトタイム)	枚葉工程 1秒/セル*6 連続工程 6m/分*7		枚葉工程 0.5秒/セル*6 連続工程 15m/分*7	0.3秒/セル*6 20m/分*7
加工費低減目標 材料費低減目標	100% 100%		▲70%*5 ▲70%	
工場エネルギーグリーン化	50%程度		80%	100%達成



凡例 新規シーズ・新学理探索 新学理に基づくコンセプト・技術シーズ確立 要素技術開発 実用化技術開発

【備考】

\*1 NEDO燃料電池技術開発ロードマップ—HDV用燃料電池ロードマップ(解説書)

\*2 Hydrogen Council「Hydrogen Scaling up」等に基づいた推計値

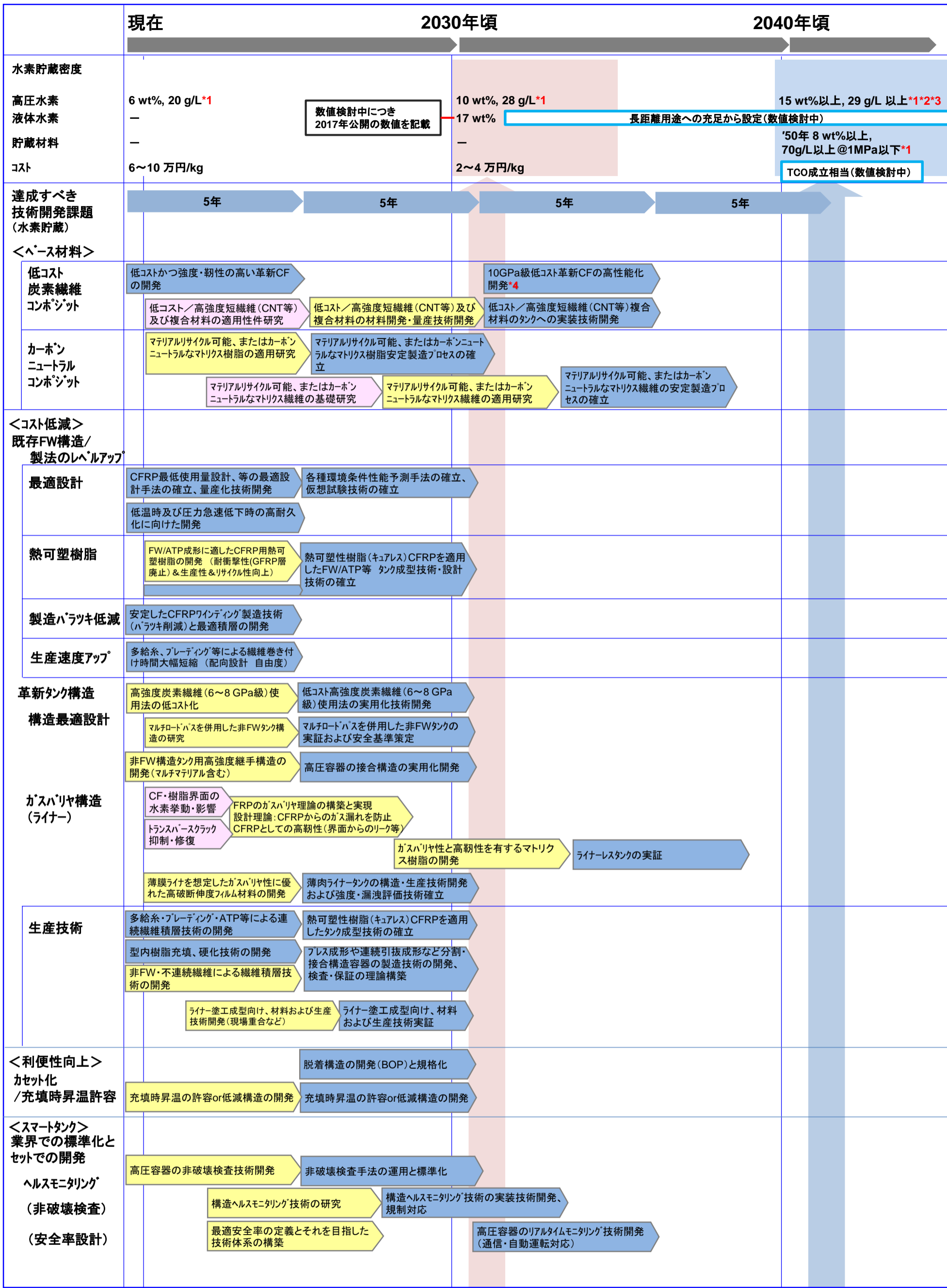
\*3 METI水素・燃料電池戦略ロードマップ

\*4 FCCJ(燃料電池実用化推進協議会)が2015年公表のIEA「Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells」を参考に策定した目標台数(2050年の目標である温室効果ガス排出量80%削減に貢献すべく設定した数値、大幅な技術進展を期待したハイナリオでは600万台)

\*5 DOE Mass Production Cost Estimation of Direct H2 PEM Fuel Cell Systems for Transportation Applications:2018 Update 2025年  
現在コストと2030年コスト予測値の比率、材料費と加工費とも同率で70%低減する前提

\*6 試算の仮定 スタック仕様 125kW、300セル、電極面積250cm<sup>2</sup>、20日稼働、2直生産および生産数量(台/月)よりタクトタイムを試算

\*7 試算の仮定 電極面積250cm<sup>2</sup> 幅320×130°\*3稼働条件で製造した場合、生産数量(台/月)短辺長より塗工速度を試算



凡例 ➡ 新規シーズ・新学理探索 ➡ 新学理に基づくコンセプト・技術シーズ確立 ➡ 要素技術開発 ➡ 実用化技術開発

【備考】

- \*1 水素貯蔵密度はL/D≒5の容器の目標とする
- \*2 超高強度のFRP用繊維、IoT、DX技術を活用した検査技術とそれによる貯蔵容器の安全率等規制緩和などもあわせて目指す想定
- \*3 HDV・FCV以外の産業用アプリケーションでは、運用現場への水素供給手段の整備課題への対応が前提となる
- \*4 10GPaの強度目標値は難易度が高い目標であるので、継続して検討が必要である

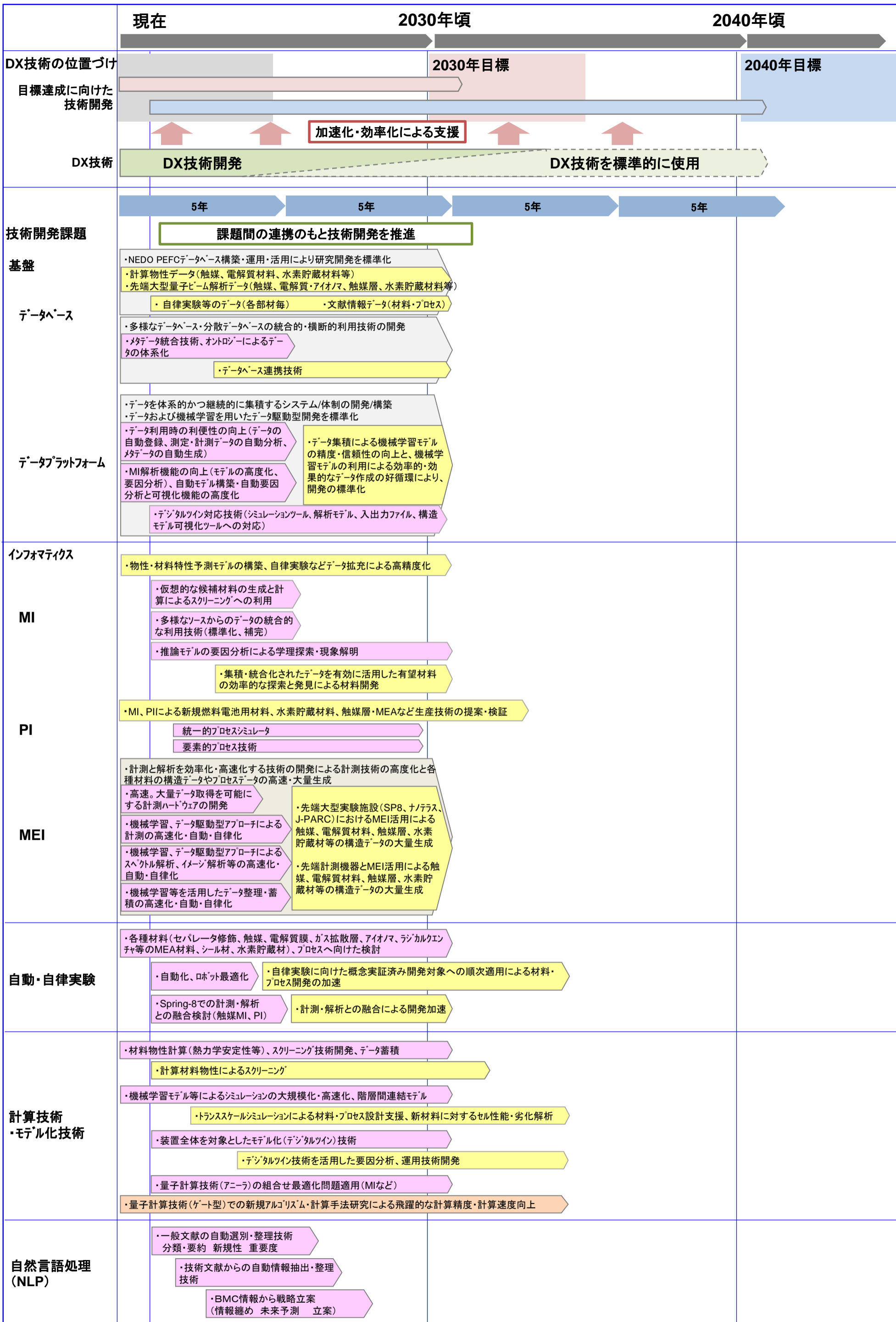


凡例 ➡ 新規シーズ・新学理探索 ➡ 新学理に基づくコンセプト・技術シーズ確立 ➡ 要素技術開発 ➡ 実用化技術開発

【備考】

- \*1 水素貯蔵密度はL/D≒5の容器の目標とする
- \*2 超高強度のFRP用繊維、IoT、DX技術を活用した検査技術とそれによる貯蔵容器の安全率等規制緩和などもあわせて目指す想定
- \*3 HDV・FCV以外の産業用アプリケーションでは、運用現場への水素供給手段の整備課題への対応が前提となる





凡例 基礎的技術の研究開発 要素技術開発・実用化技術開発に適用するDX技術のPoC 要素技術開発・実用化技術開発と一体となって取り組むべきDX技術開発

【備考】