
人工光合成の社会実装ロードマップ^o

環境省

令和7年9月

1. 背景	(P.3)
2. 検討過程	(P.4)
3. 人工光合成について	(P.5～8)
4. ロードマップについて	(P.9～14)
人工光合成の社会実装ロードマップ（全体版）	
人工光合成の社会実装ロードマップ（要素技術：①電解系）	
人工光合成の社会実装ロードマップ（要素技術：②光触媒系）	
5. 今後について	(P.15～19)

1. 背景

2050年ネット・ゼロの実現には、再生可能エネルギーの導入拡大や徹底した省エネルギー化など、あらゆる手段を最大限活用することが不可欠である。しかし、脱炭素化を最大限進めてもなおCO₂排出がゼロとならない分野が存在し、これらへの対策を並行して講じる必要がある。特に、排出量を可能な限り削減したうえで、それでも残るCO₂を「資源」として捉え、新たな価値ある資源へ転換するCCU（Carbon Capture and Utilization）技術の確立が求められている。

CCU技術の一つである人工光合成は、太陽光のエネルギーと水・CO₂から燃料や化学品を生成する革新的な技術である。現時点では研究・開発段階の要素技術も多いが、我が国は世界トップクラスの技術力を有している。この優位性を活かし、コスト低減やスケールアップ、制度設計、社会受容など多くの課題を克服しながら、中長期的視野で社会実装を進めることで、脱炭素にとどまらず、エネルギー安全保障や産業競争力の強化にもつなげることが可能となる。

2. 検討過程

2. 検討過程

我が国発のカーボン・ネガティブに資する革新的技術である人工光合成を早期に社会実装へ導くためには、産官学の関係者がその現状を把握し、実現への具体的な筋道と将来像を共有することが重要である。このため、環境省においては、「人工光合成の早期社会実装に向けた取組加速化に関する検討会」を設置し、人工光合成に関する技術動向や課題の整理をしたうえで、人工光合成の早期の社会実装に向けて、研究開発から社会実装までの道筋を体系的に示すロードマップの策定を行った。

<委員>

小林 良和	(一財) 日本エネルギー経済研究所 研究理事
沈 建仁	岡山大学 異分野基礎科学研究所 所長・教授
堂免 一成	東京大学 特別教授、信州大学 特別栄誉教授
中垣 隆雄	早稲田大学理工学術院 総合機械工学科 教授
橋口 昌道	(一社) カーボンリサイクルファンド 専務理事
森川 健志	(株) 豊田中央研究所 シニアフェロー
山口 十志明	産業技術総合研究所 グループ長

※ オブザーバー：内閣府、文部科学省、経済産業省

<開催状況>

第1回検討会 (令和7年5月13日)	有識者ヒアリング (国内)、技術動向の整理 等
第2回検討会 (同6月27日)	有識者ヒアリング (海外)、ロードマップ (案) 等
第3回検討会 (同9月2日)	ロードマップ (案) 等

3. 人工光合成について

3. 人工光合成について

(1) 定義

人工光合成は、太陽光・水・CO₂（※）から燃料や化学品等を生成する技術である。本ロードマップでは、以下の3つの要素を満たし、早期の社会実装を目指すものを対象とした。

- ① 太陽光をエネルギーとして利用する
- ② 水やCO₂を原料とする
- ③ 水素や炭素化合物等の物質を生成する

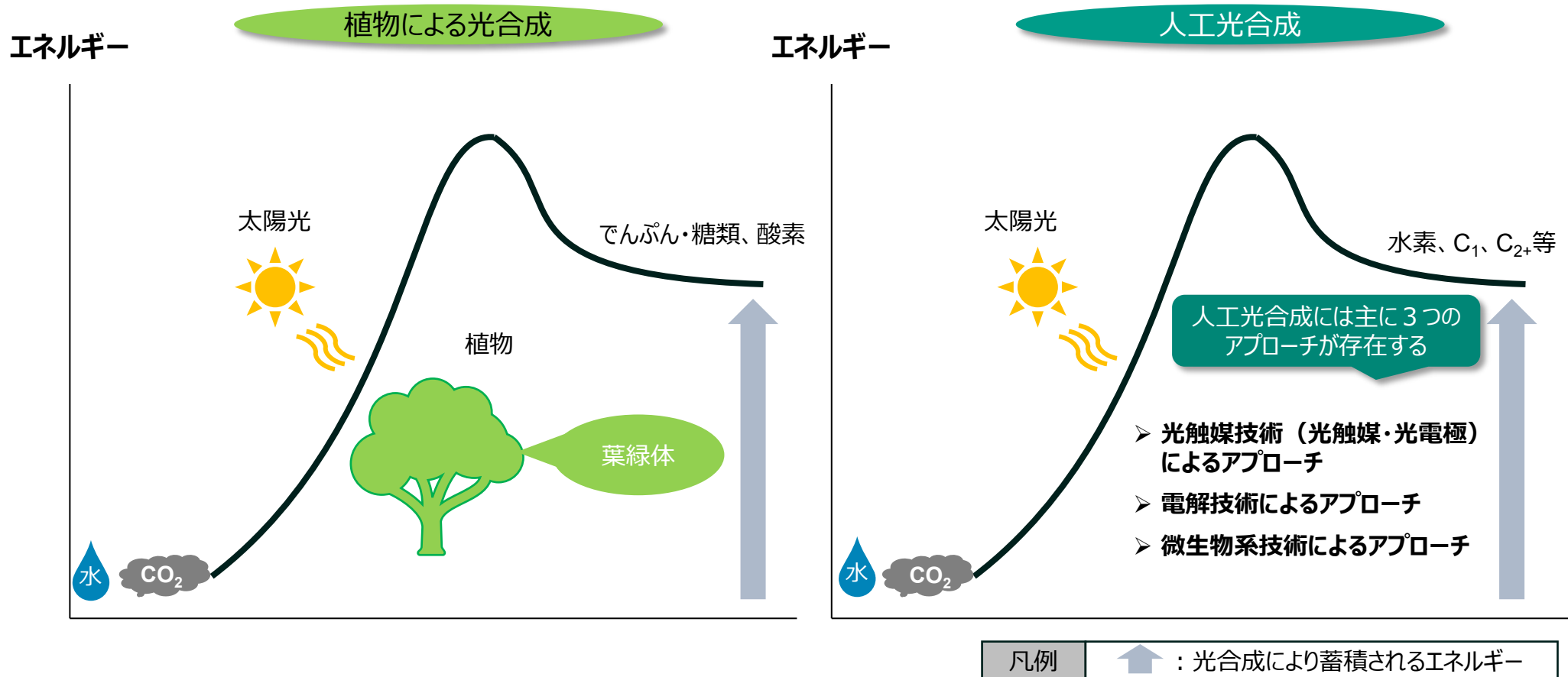
代表的な例としては、光触媒や光電極を利用した技術が該当する。なお、水電解も人工光合成に該当するが、既に実用化されていることから、本ロードマップの主要対象としていない。

※人工光合成の反応効率を高めるためには高濃度のCO₂が有効であり、大気や海洋由来の低濃度CO₂や発電所由来の中濃度CO₂は、分離・回収により濃縮したうえで利用される場合が多い。この技術として、DAC（直接空気回収）等があるが、これらは人工光合成には該当しないため、本ロードマップでは対象としていない。

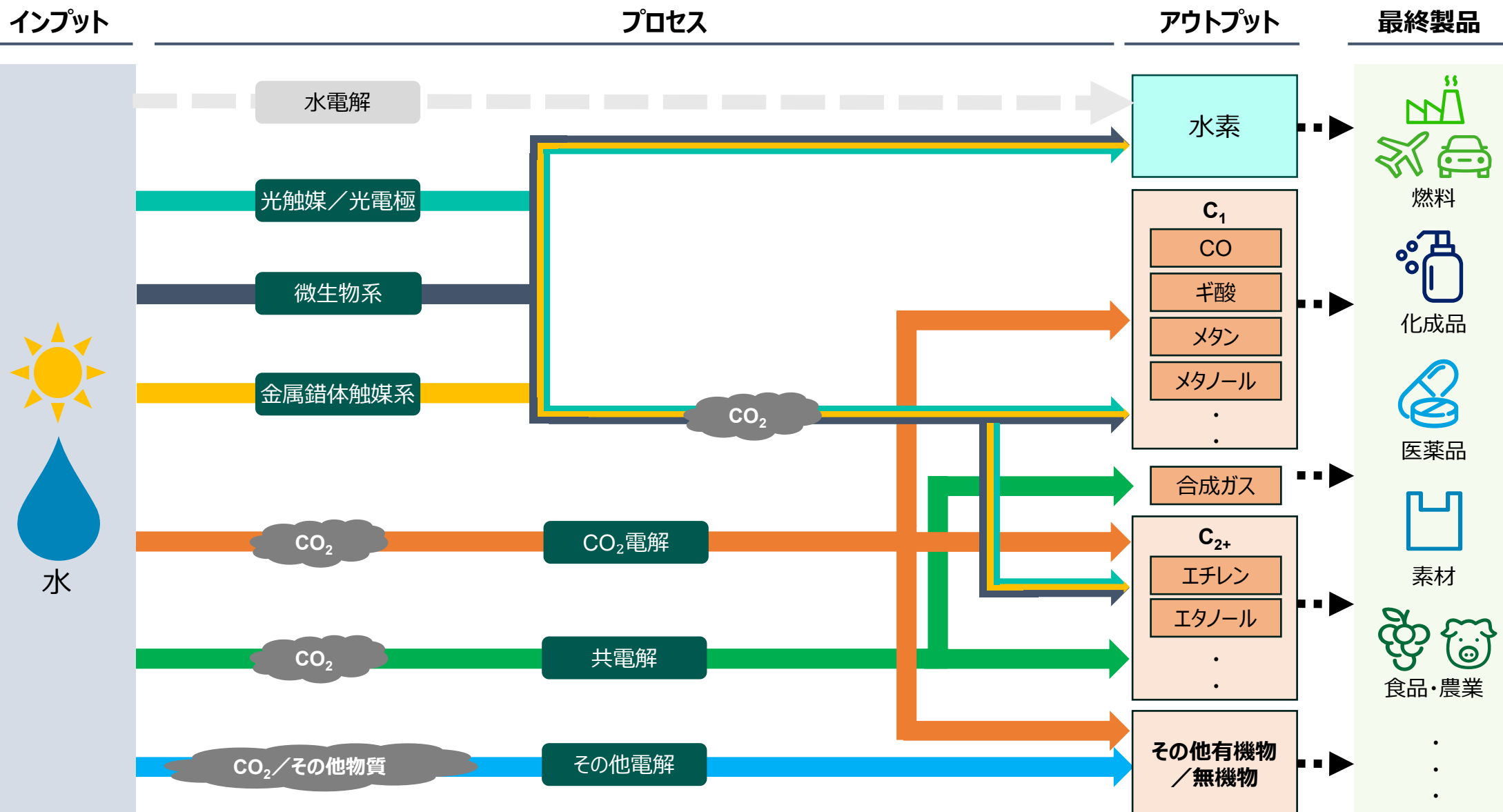
(2) 生成物

生成物としては、水素のほか、炭素1つを含む物質（一酸化炭素、ギ酸、メタノール等）、炭素2つ以上を含む物質（エチレン、エタノール等）がある。これらはそのまま燃料等として利用する場合もあれば、原料として付加価値の高い製品（燃料、肥料、樹脂等）を合成する場合もある。なお、後者の合成する技術としてFT合成等があるが、これらは人工光合成には該当しないため、本ロードマップでは対象としていない。

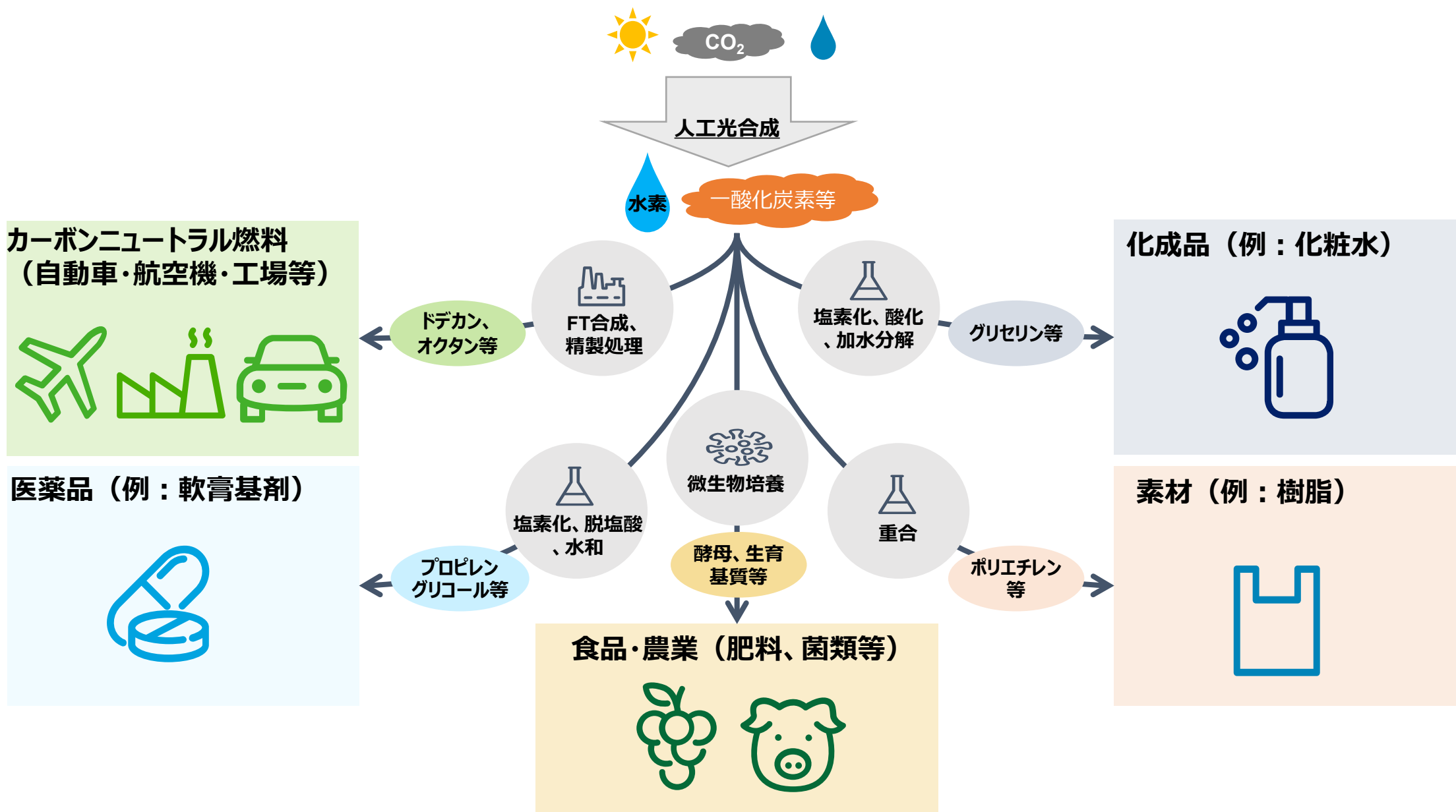
参考 1 : 植物による光合成と人工光合成



参考2：人工光合成技術の一覧



参考3：人工光合成のアウトプットを活用した最終生成品への道筋例



4. ロードマップについて（全体版）



4. ロードマップについて

（1）全体版

人工光合成の社会実装に向け、技術の性能・規模の観点、経済性の観点、制度・インフラの観点から、技術開発・実証、サプライチェーン構築、制度・市場整備を並行的に進め、人工光合成を産業レベルで普及させる道筋を示す。

具体的には、初期段階では各技術の基礎性能向上やスケールアップを進め、中長期的には製造コスト低減や耐久性向上、サプライチェーンの実証を行う。あわせて、国際標準化や需要創出支援、人材育成、CO₂削減効果算定方法の標準化など、制度面の整備も並行して進める。

これらにより、2030年に人工光合成技術の一部（CO₂電解）を社会実装し、既存技術と組み合わせた製品化を進め、2040年には、人工光合成技術による基礎原料の量産化や高付加価値物質の製造を実現し、ネット・ゼロ実現に貢献することを目指す。

4. ロードマップについて（要素技術：①電解系）



（2）要素技術

人工光合成を構成する要素技術のうち電解系と光触媒系について、それぞれの技術要素別ロードマップを示す。なお要素技術のうち微生物系は、その多くが基礎研究段階であることから、技術要素別ロードマップは作成せず、今後の進展に応じて対応を検討することとする。

①電解系

CO₂電解や共電解技術を核として、性能向上（高電流密度・高変換効率）、大型化、部材コスト低減を進めるとともに、光触媒や水電解で得た水素との組合せによる最終製品一貫製造のサプライチェーン実証を段階的に展開する。さらに、再エネ変動電源への追従性確保、大容量化によるCO以外のC₁/C₂₊製造、共電解による直接製品化なども視野に入れる。

これらにより、2030年にCO₂電解技術を社会実装し、2035年にCO₂電解由来のCOと水電解由来の水素による最終製品を製造し、2040年に共電解による最終製品製造を実現する。

4. ロードマップについて（要素技術：②光触媒系）



②光触媒系

水素や C_1/C_{2+} 生成における太陽光変換効率向上、大型モジュール化、耐久性向上を主な課題とし、光電極デバイスの開発や分離・収率改善、安価材料の探索も並行して実施する。また、電解等と組み合わせた最終製品製造や、地域分散型の水素サプライチェーン実証も行う。

これらにより、2035年に光触媒・光電極による水素製造を社会実装し、2040年に光触媒・光電極由来の水素とCO等を活用した最終製品製造を実現する。

人工光合成の社会実装ロードマップ（全体版）

～2030

2030～2040

2040～

CO₂電解技術の
社会実装光触媒・光電極、
共電解技術
の社会実装量産化と高付加
価値物質の製造

人工光合成技術の開発の推進

人工光合成技術の開発～社会実装
既存技術と組合わせた製品化人工光合成技術を基盤とした基礎原料の
量産化と高付加価値物質の製造

性能・規模

電解装置の大型化による
製造量の向上（CO）電解のエネルギー変換効率の向上（CO以外のC₁/C₂₊）

光触媒／光電極の太陽光変換効率向上（水素）

光触媒／光電極の太陽光変換効率向上（COやギ酸等のC₁/C₂₊）

微生物系の太陽光変換効率向上（水素）

光触媒シート／光電極セルの
大型化（水素）培養器や生成物分離器を含む微生物
システムによる製造量の向上（水素）光触媒シート／光電極セルの
製造コスト低減（水素）

電解装置の製造コスト等低減（CO）

CO（電解）と水素（水電解）を用いた
最終製品製造コストの低減

CO等と水素を用いた最終製品製造プラントの地域における早期先行導入

CO（電解）と水素（水電解）を用いた
最終製品製造のサプライチェーン実証水素（光触媒／光電極／微生物）
とCO等を用いた最終製品製造コスト
の低減水素（光触媒／光電極／微生物）
とCO等を用いた最終製品製造の
サプライチェーン実証電解装置の大容量化（C₁/C₂₊）水素（光触媒／光電極／微生物）
とCO等を用いた最終製品製造技術
の量産化電解装置の製造コスト等低減
（C₁/C₂₊）

経済

制度・インフラ

人工光合成技術の導入支援（国際標準化含む）・需要創出に向けた支援

人工光合成技術による脱炭素コンビナートの構築

革新的な技術の研究に従事する人材の確保や育成に係る支援

産官学の連携体制の構築・運用、分かりやすい情報発信

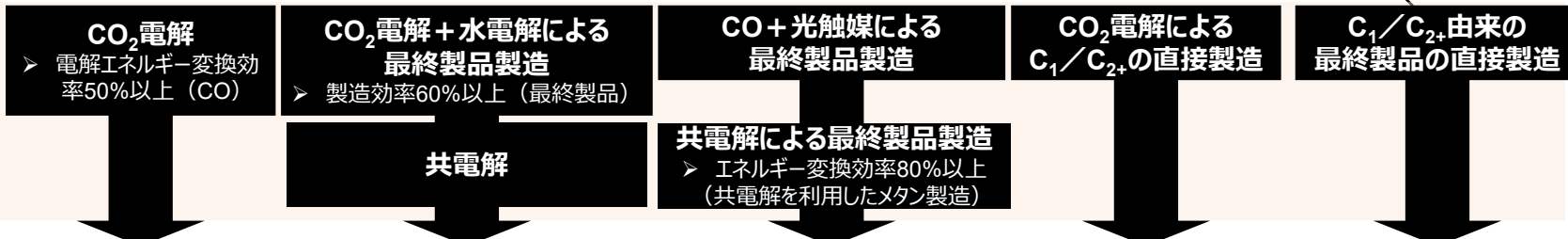
最終製品製造のサプライチェーンに係るFS（オフテイク等との連携等）

CO₂削減効果の算定方法の標準化

人工光合成の社会実装ロードマップ（要素技術：①電解系）

社会実装の対象技術

➤ 個別技術ごとの社会実装時の性能目標値



現状

2026

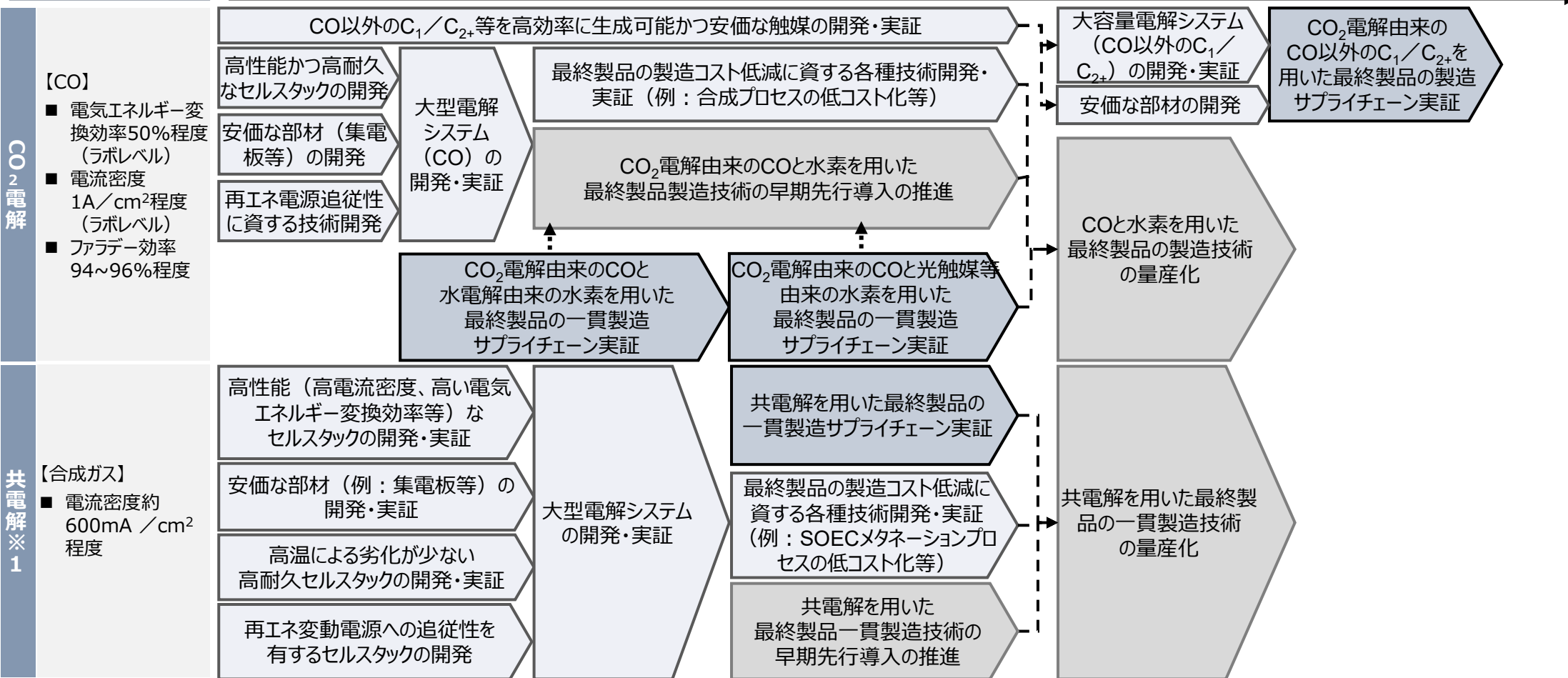
2030

2035

2040

2045

2050

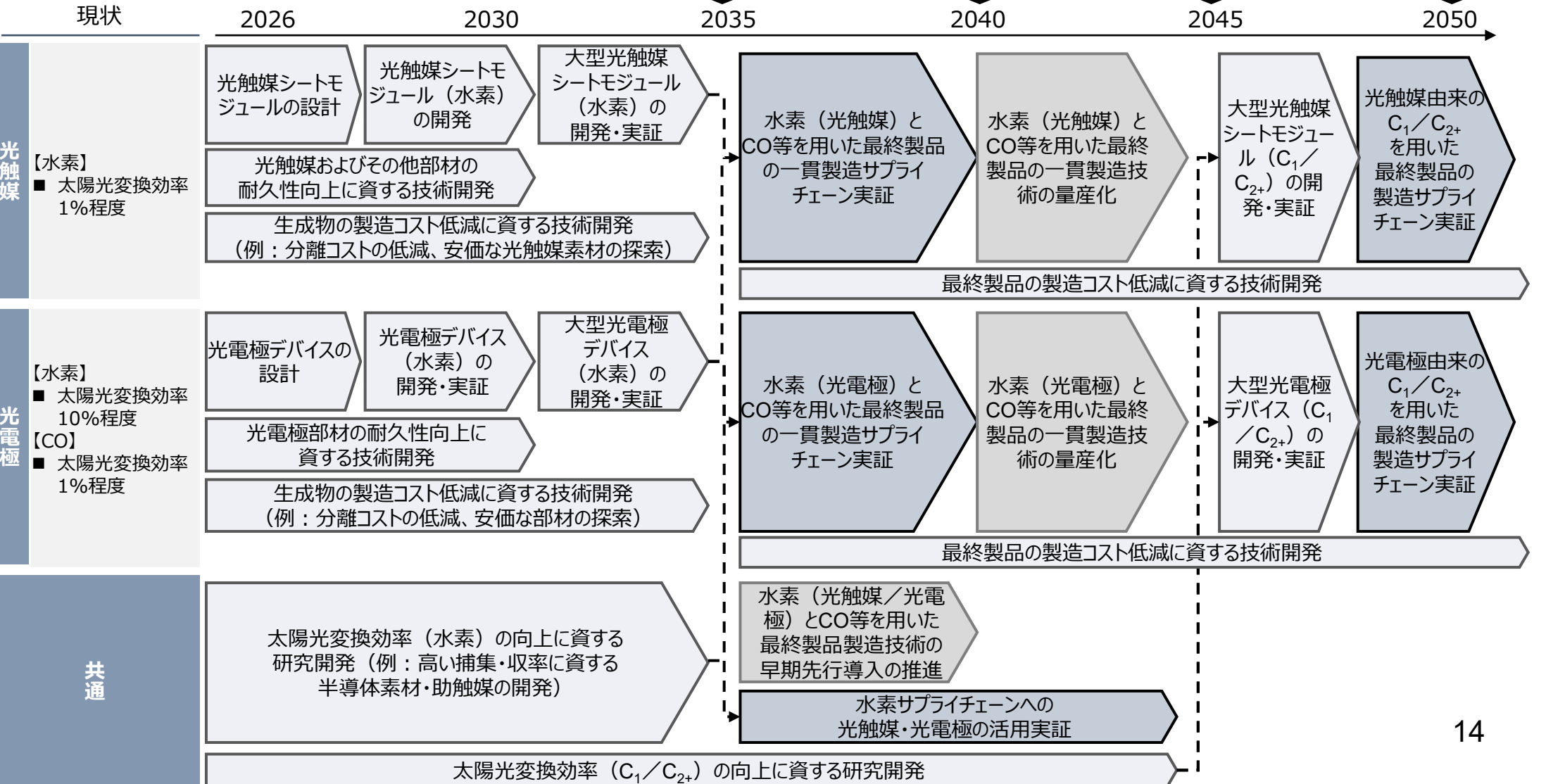
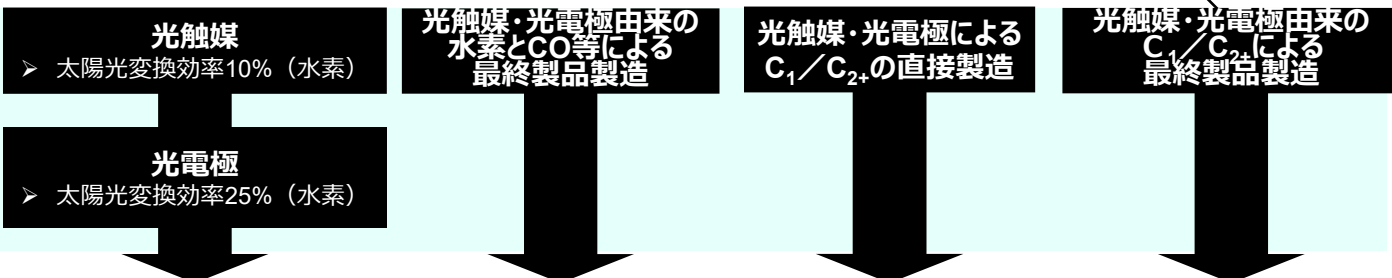


※1：「共電解」とは、二酸化炭素と水を同時に電解して合成ガスを得る技術

人工光合成の社会実装ロードマップ（要素技術：②光触媒系）



社会実装の対象技術
 ➤ 個別技術ごとの社会実装時の性能目標値



5. 今後について

人工光合成の早期の社会実装に向けて、今後、以下の観点を含めて、着実に取組を進めていく必要がある。

- 産官学が緊密に協力しながら、ロードマップの前倒しも含め、その取組を着実に進めること
- 人工光合成技術により生成した化成品等が、現行の工業プロセスで製造される同種の化成品と比較して、価格競争力を確保すること
- 人工光合成が社会にもたらす未来像を、生活や産業の具体的変化として一般に分かりやすく伝え、国民理解と受容性を高めること
- 本ロードマップについて、継続的な進捗確認を行い、技術開発等の進展に応じて、適宜見直すこと

参考 4：人工光合成の社会実装のイメージ



人工光合成は、都市・地域・家庭等さまざまな場面で活用できる可能性を秘めている。人工光合成が社会に広く導入された未来の姿をイメージを、以下に示す（なお、いずれもイメージであり、必ずしもこれらの実現を目指しているものではない）。

- ①産業分野（参考 4 ①）：大規模な人工光合成プラントがCO₂を原料にメタノールやエタノール、合成燃料等を生産し、化学品や輸送用燃料として利用されている状態
- ②地域レベル（参考 4 ②）：再生可能エネルギーとの組み合わせにより、地産地消型の燃料製造が可能となり、エネルギー自立を実現している状態
- ③家庭（参考 4 ③）：小型の人工光合成装置により、日常生活に必要なエネルギーや暖房・給湯に活用されている状態

参考 4 ①：人工光合成の社会実装のイメージ（産業分野）

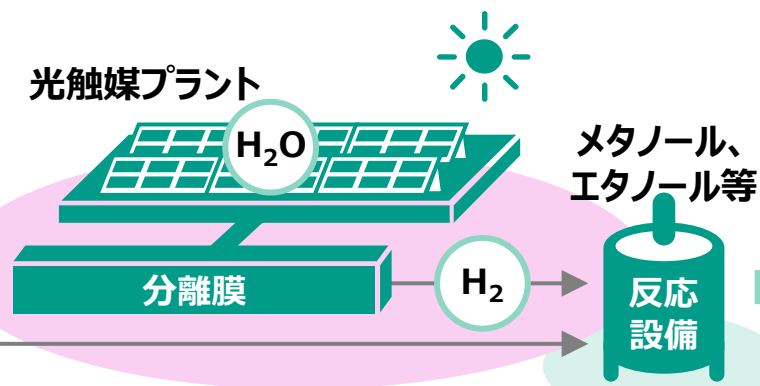
工業地帯から排出されるCO₂の回収

工業地帯



光触媒プラントによる メタノール、エタノール等の製造

光触媒プラント



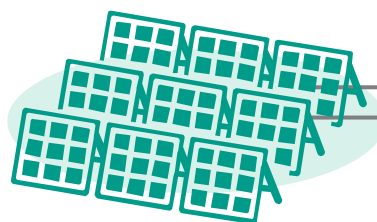
素材・化成品工場で
製品化



CO₂電解プラントによる 合成燃料の製造

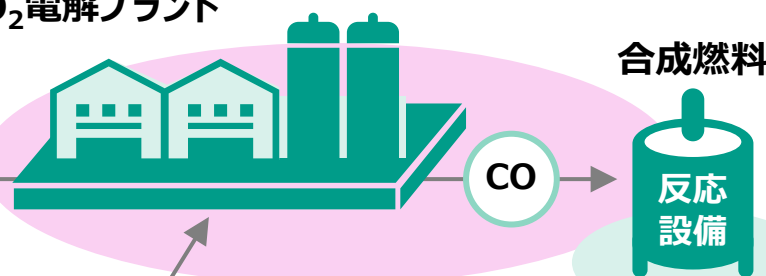
CO₂電解プラント

再エネ発電施設



再エネ
電力

水素製造装置



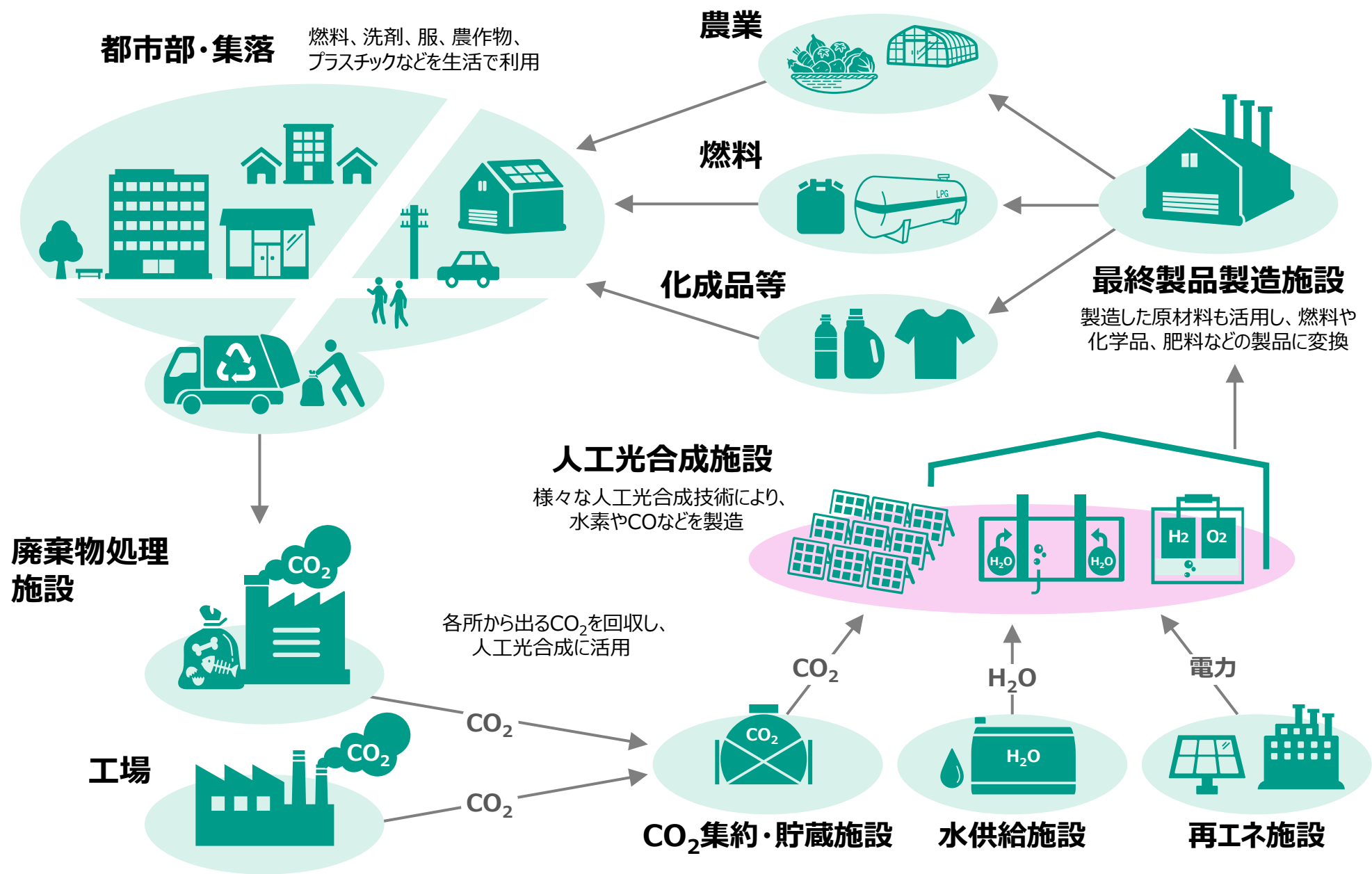
合成燃料

燃料利用先で
活躍



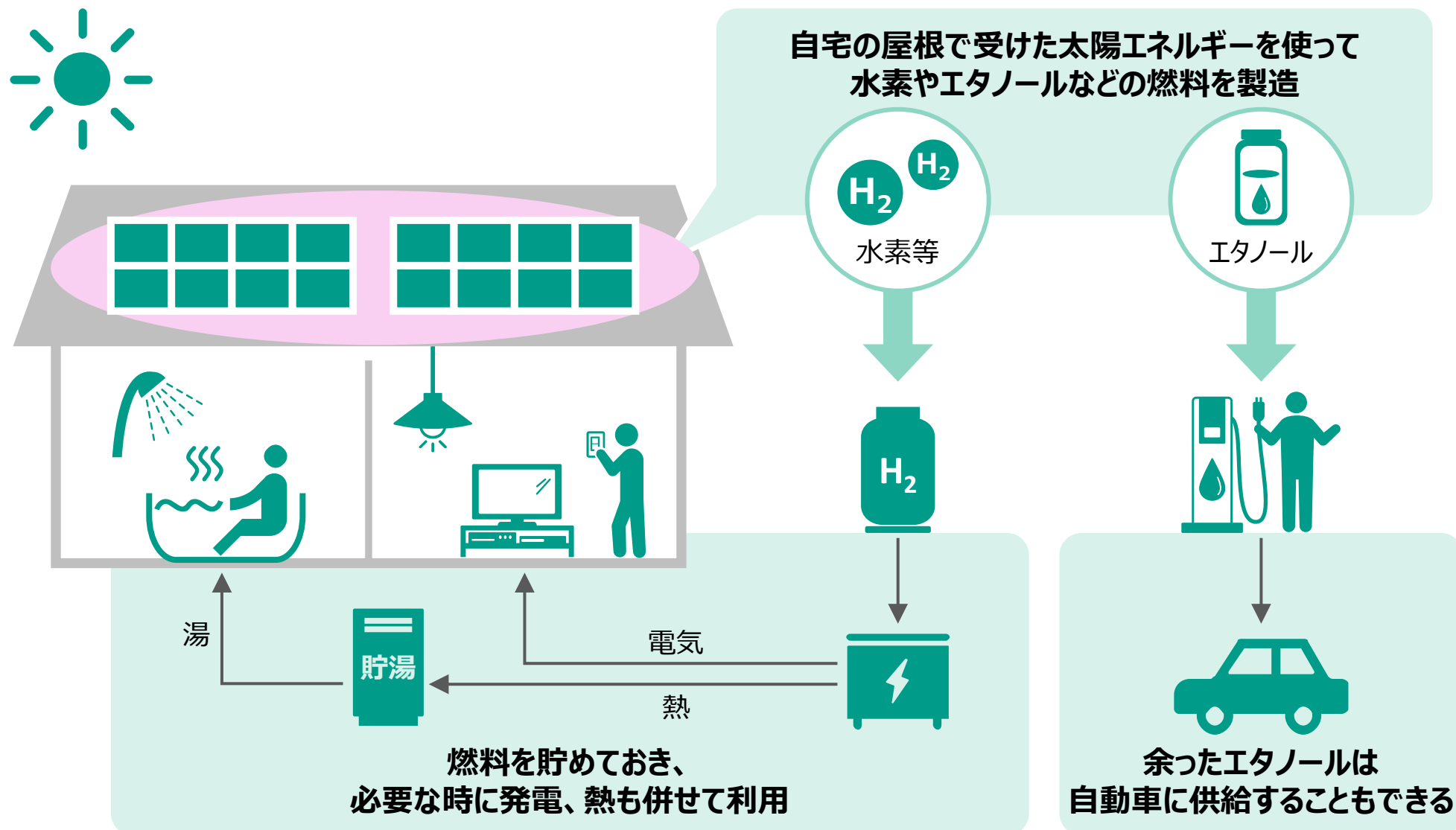
：人工光合成技術の領域

参考4②：人工光合成の社会実装のイメージ（地域レベル）



：人工光合成技術の領域

参考 4 ③：人工光合成の社会実装のイメージ（家庭）



EOF
