



H-UTokyo Lab.

日立東大ラボ産学協創フォーラム

『第4回 Society5.0を支えるエネルギーシステムの実現に向けて』

持続可能な社会に求められる循環型社会

伊藤 智道

日立製作所

研究開発グループ 研究主幹

2021年12月1日

持続可能な社会の実現に向けた日本の課題を共有し、起こすべきイノベーションを示す

第一部

- CNに向けて、リードタイムを考慮した電力システム計画、経済性に基づく原子力・化石燃料の有効活用、CO₂回収・再利用事業(CCS/CCU)の重要性
- VRE比率と需要をパラメータとした4つの社会像に対して年間コストを算出し、各種制約条件の中で目指すべきゴールとトランジションシナリオを策定
- S+3Eに基づく電力安定供給には多様な電源価値の調和、燃料市況影響の少ない安定電源確保、および産業バリューチェーン全体でのCO₂排出抑制の必要性

第二部

- ドメインごとの将来の社会的・技術的制約の分析と共に多様なアクターの連携や合意形成のあり方を提言
- 電化急伸に先駆けて起こすべき地域社会におけるイノベーション像と、求められる協調・制御PF

持続可能な社会の実現に向けて考慮すべき3つのキーワード

- 協調と共生
 - ・ エネルギーシステムのリソース
 - ・ 全てのステークホルダ
- 制約
 - ・ 国や地域が置かれた状況に即したCNシナリオの策定
- 物質循環
 - ・ Beyond 2050を踏まえて、ゼロポリューションに発展

Contents

1. 協調と共生
2. 日本における制約条件
3. 物質循環と日本固有の課題を踏まえたイノベーション
4. まとめ

Contents

1. 協調と共生

2. 日本における制約条件

3. 物質循環と日本固有の課題を踏まえたイノベーション

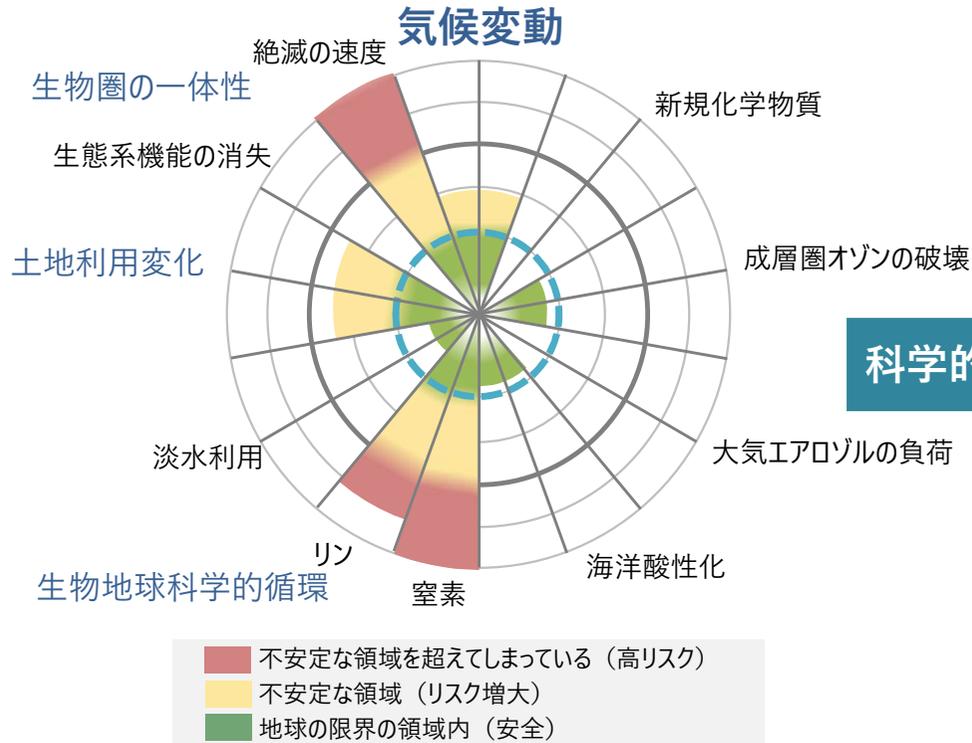
4. まとめ

1-1. 持続可能な社会に向けて

プラネタリー・バウンダリーとSDGsは重要な科学的フレームワーク 環境の観点からプラネタリー・バウンダリーを再認識し、持続可能な社会の実現をめざす

プラネタリー・バウンダリー (2009)

気候変動、生物地球化学的循環などは人類が安全に活動できる範囲を超える危険域と指摘



SDGs (2015)

プラネタリー・バウンダリーの範囲内で「誰一人取り残さない」持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現のための開発目標 (ロードマップ)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



* 環境省作成(<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h29/html/hj17010101.html>)を元に作成

1-2. 日立東大ラボが提言してきたこれまでのコンセプト

パリ協定目標実現(CO₂ 80%減)に向けて、エネルギーシステムにおける地域社会と基幹システムの協調が重要

- ✓ 地域社会と基幹システムは、共存を前提として再構築
- ✓ 急増する分散リソースを統合する協調メカニズムの確立

社会全体の3E+Sを最適化



持続可能な社会のキーワード「協調」、エネルギーシステムだけでなくスコープを拡張して検討

協調：互いに力を合わせて助け合うことで、利害の相反する双方が協力して問題を解決する

共生：他者との関わりあいを持ちながら同じ所で生活することで、必ずしもWin-Winの関係になるとは限らない

サステナビリティの3項目		協調	共生
1	環境	プラネタリー・バウンダリを踏まえ、全てのステークホルダーが協調して、地球という共有財産を維持 < <u>脱炭素</u> 、 <u>循環型</u> 、 <u>自然との共存</u> >	国や地域ごとに置かれている状況が異なり、それに適応したゴール・トランジションシナリオを策定 < <u>ロードマップの策定と共有</u> >
2	経済	Give & Takeの関係を構築し、双方が経済メリットを享受する仕組み・仕掛けを構築 < <u>契約・協定</u> 、 <u>市場の創生</u> >	経済的合理性・効率は重要なKPIであり、競争原理の下で、強者が支配する < <u>市場競争での勝利</u> >
3	社会	業界の枠を超えて、エネルギー最適化に向けた枠組みを構築 < <u>セクターカップリング</u> 、 <u>デマンドレスポンス</u> >	意識の高い市民を中心に、地球環境の維持に向けた活動を推進 < <u>イノベティブな市民</u> >

※アンダーラインは、これまで検討した「エネルギーシステムの協調メカニズム」でカバーされる個所

Contents

1. 協調と共生

2. 日本における制約条件

3. 物質循環と日本固有の課題を踏まえたイノベーション

4. まとめ

2.1 日本の制約条件

狭い国土、少資源、多い丘陵地、島国、東日本大震災の経験などを解決するイノベーションの創生

狭い国土における再エネ立地の困難

- 国土の多くを丘陵地が占め、**可住地面積比は27%**と限定的再エネ100%ケース：
可住地6.4%がPVパネルで占拠
- 山間部は風車の乱流ストレス大
遠浅の海岸が少なく、浮体式が主力となり、コストアップが課題



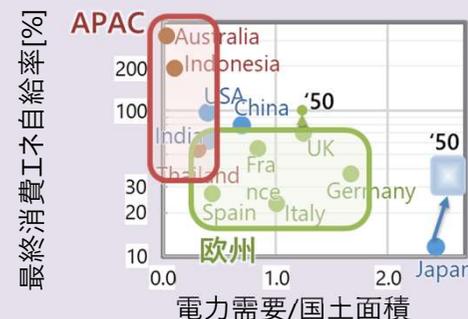
国際連系線の不在で国内で閉じた電源システム

- 欧州は面的に広がる多国間連系線を有し、ノルウェーの水力、フランスの原子力による調整力・供給力を確保。米中とともに国際連系線を隣国と所有
- 日本の国際連系線は地政学的に困難
- 日本と同じ島国の英国の国際連系線の総容量は約**18GW**(原子力発電18基分)



少資源であるが故の輸入依存の継続

- CNは自給率向上につながるも、日本は**33~54% @2050**で輸入依存が不可避
- 化石燃料から水素・新燃料への輸入拡大が必至
- CCSに対するCO₂を国外輸送も視野



原子力活用に対する社会的受容性

- 福島での事故経験を糧に安全性・信頼性の高いシステム構築を追求
- SMRなど新型炉開発が活発化するさざしで日本の対応も重要
- 核廃棄物処理の課題を同時に解決する必要がある

大事故時の放射線汚染、被害への恐れ	CO ₂ より核廃棄物が増えるほうが深刻
福島事故後、70%超	58%がYesと回答

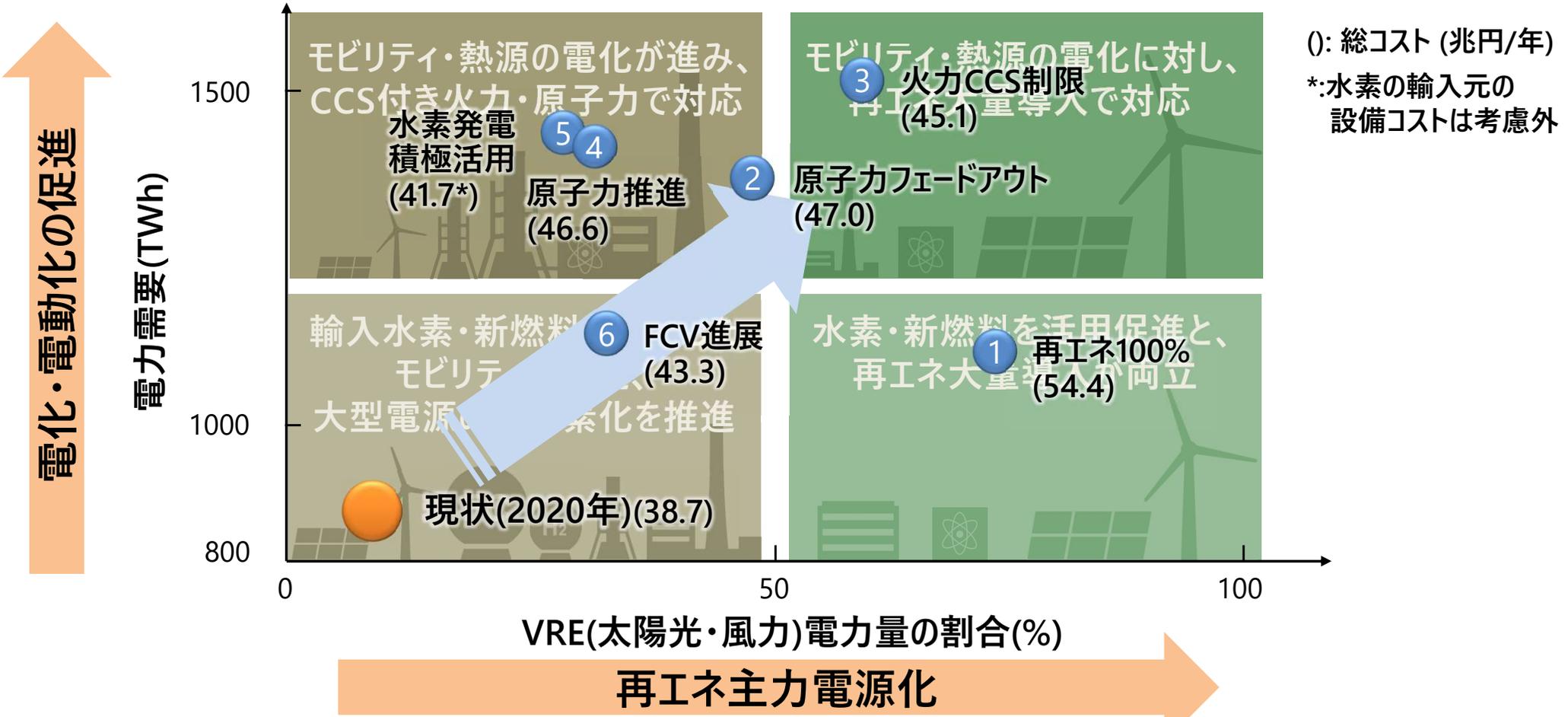
原子力に対する日本の世論^[2]

[1] 国土技術研究センター、「国土を知る/意外と知らない日本の国土」、<https://www.jice.or.jp/knowledge/japan/commentary06>

[2] 北田、「原子力発電世論の力学—リスク・価値観・効率性のせめぎ合い」、大阪大学出版会

2-2. 日本の制約条件を踏まえたソリューション

イノベーションによる技術的制約条件の緩和・解消



CCS: Carbon dioxide Capture and Storage, FCV: Fuel Cell Vehicle, VRE: Variable Renewable Energy, DR: Demand Response

2-2. 日本の制約条件を踏まえたソリューション

シナリオによる技術的制約条件の緩和・解消

電化・電動化の促進



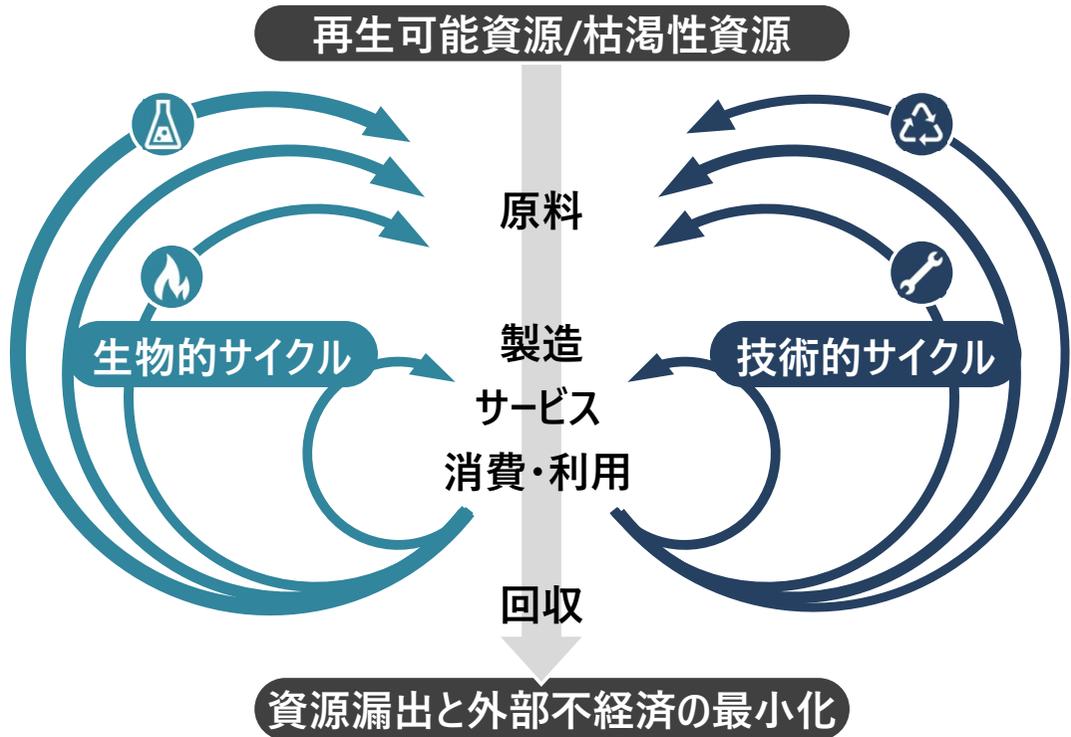
CCS: Carbon dioxide Capture and Storage, FCV: Fuel Cell Vehicle, VRE: Variable Renewable Energy, DR: Demand Response

Contents

1. 協調と共生
2. 日本の制約条件
- 3. 物質循環と日本固有の課題を踏まえたイノベーション**
4. まとめ

3-1. 物質循環と循環型社会

循環型社会は、廃棄物が出ないように設計された社会。複数のサイクルで、エネルギーの無駄を抑えた物質循環を実現。欧州ではリサイクルに関するルール強化の動きが既に開始



廃棄物があらかじめ出ないようにするバタフライダイアグラム
 (引用 エレンマッカーサ財団提唱モデルを改編)



欧州でのリサイクルルール強化^{[1],[2]}

[1] JETRO、「欧州プラスチック業界、包装の再生材料30%含有の義務化提言」、<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/09/00d338628c43054d.html>
 [2] 一般財団法人環境イノベーション情報機構、「欧州委員会、廃棄物管理とリサイクルに関する新ルールを決定」、<https://www.eic.or.jp/news/?act=view&serial=40774>

3-2. 物質循環の状況とその課題

カーボンニュートラル実現と継続には、再エネ電源・蓄電池の材料と排出CO₂の回収・再利用が必須。
 サステナブルなエネルギーシステム構築に向け、物質循環を実現するイノベーションが必要

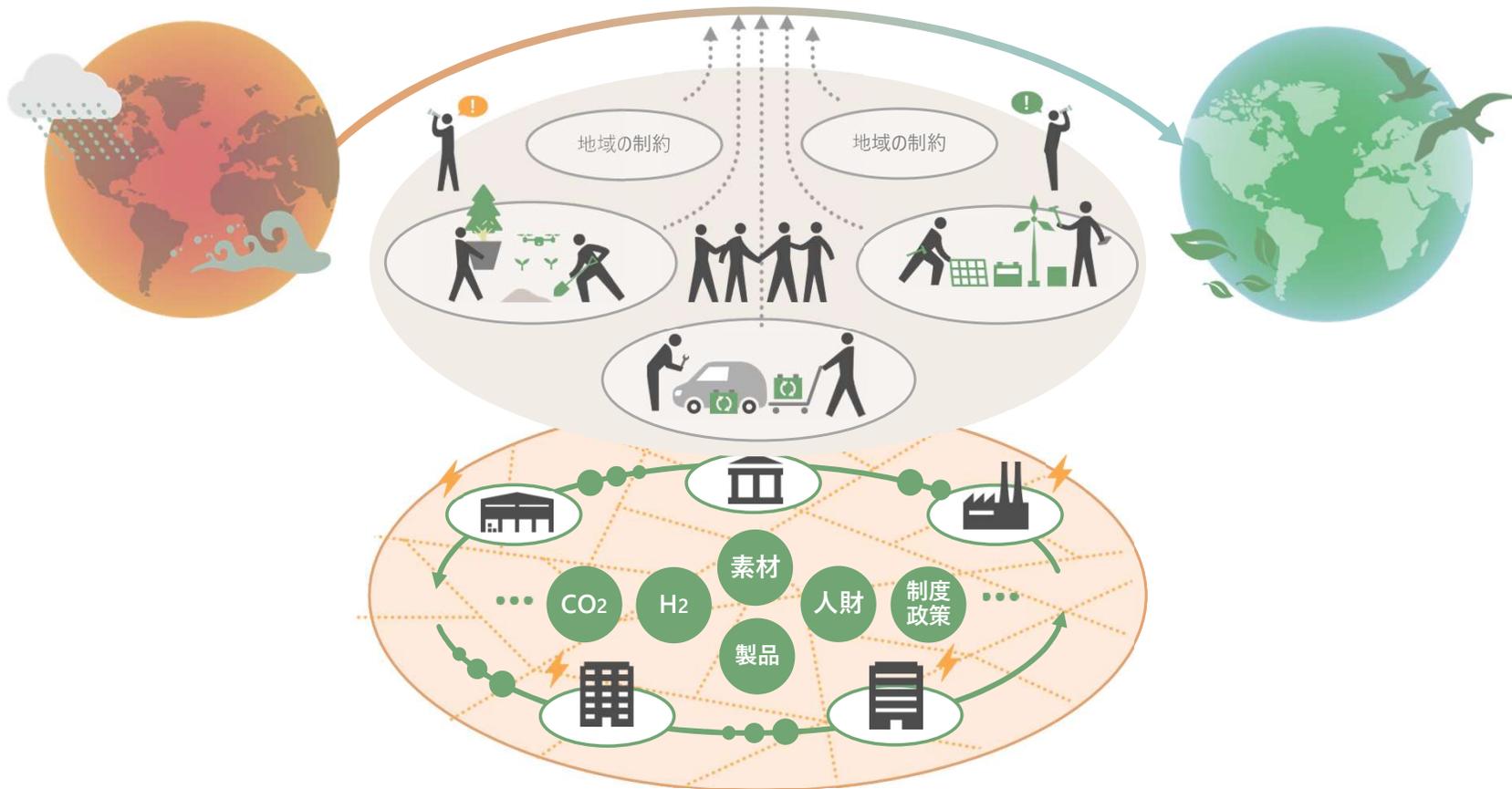
	PV・風車	蓄電池	排出CO ₂
状況	<ul style="list-style-type: none"> 寿命を迎える廃棄パネル、風車構造物 PVパネル： 200万t/年 (面積：東京ドーム600個相当) 風車ブレード： 5.6万t/年 本体・基礎： 49万t/年 <p>注)太陽光パネルは25年寿命、80kg/kWとして試算 風車廃棄量は、洋上風車90GWを対象とし、寿命想定20年、文献^[3]10MW重量値をもとに試算 想定ケース：再エネ100%</p> <p>廃棄PVパネル重量見通し^[2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> EV普及、系統用の使用済蓄電池の処理 EV乗用車の廃棄電池：120万t/年 (乗用車4000万台、電池寿命10年想定) 生産国が限られた物質の取引額不安 <p>リチウムおよびコバルトの生産国^[1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 火力発電、産業、家庭からのCO₂回収 回収CO₂の管理、処理、活用法 <p>家庭、中小規模製造業からの分散少量排出 大規模設備からの集中大量排出</p>
課題	<p>PVパネルのガラスとセルを破壊せずに分離 風車ブレードにおける強化繊維プラの分離</p> <p>繊維 分離が難しい プラスチック 風車</p>	<p>低コスト・低CO₂排出 国内リユース/リサイクル 電池リサイクルプロセス 循環構造の構築</p> <p>リサイクル リユース 長寿命化</p>	<p>CO₂循環・貯留システムの構築</p> <p>大規模施設 資源・燃料 CO₂貯留 資源・燃料化 CO₂回収設備・インフラ 中小規模プラント</p>

[1] 経産省、「EV普及のカギをにぎるレアメタル」、https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/ev_metal.html
 [2] 環境省、「太陽光発電設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書(概要版)」、<https://www.env.go.jp/recycle/recycling/renewable/h2810/h28-01.pdf>
 [3] 国土交通省、「風車大型化・発電所大規模化に対応した基地港湾の最適な規模について」、<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001418320.pdf>

Contents

1. 協調と共生
2. 日本における制約条件
3. 社会像の絵姿と物質循環
4. まとめ

- プラネタリー・バウンダリーを踏まえて**協調・共生**することを前提に、
国や地域に特有な**制約**を打破するための**イノベーション創生**で**持続可能な社会**を実現
- エネルギーシステムと**物質循環**の**協調メカニズム**





H-UTokyo Lab.