

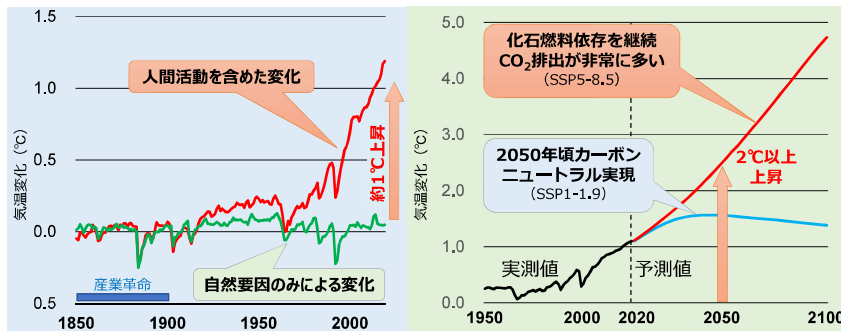
カーボンニュートラル実現に向けた レーザー技術の応用

レーザー学会会長
農研機構理事長

久間 和生

気候変動を巡る世界の現状

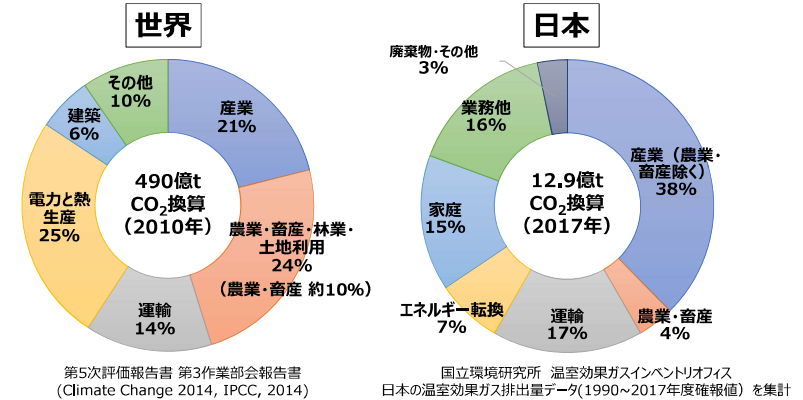
- 現在の気温は、産業革命以前と比べて**約1℃上昇**
- 気温上昇は、**人間活動が原因**であることは明確
- 温室効果ガス (GHG) の排出を大幅に削減しない限り、21世紀中頃に**気温上昇が2℃を超える**



「国連気候変動に関する政府間パネル (IPCC) AR6/WG1報告書政策決定者向け要約」より

世界及び日本のGHG排出量

- GHG排出源の重要分野：**産業、運輸、エネルギー転換、業務・家庭、農業・畜産**
- 世界のGHG排出量：**農業・畜産・林業・土地利用で約24%** (日本では約4%)



気候変動に対する国際的取り組みと日本の方針

最近の国際的取り組み

- COP26 「グラスゴー気候合意」 (2021年11月)
 - ✓ 世界の平均気温上昇を産業革命以前から**1.5℃**に抑える
 - ✓ 世界のCO₂の排出量を**2030年までに45%削減** (2010年比)、**2050年頃までに実質ゼロ**にする

パリ協定(2015)より
厳しい目標値

日本政府の方針

- **2030年にGHGを46%削減** (2013年比)、**2050年にカーボンニュートラル**を実現 (2020年10月)

GHG排出抑制をコストではなく、成長の機会と捉え、
イノベーションによる「**経済発展と温暖化抑制の両立**」を狙う

II
グリーン社会

グリーン社会の実現に向けた政府の施策

- 経産省「グリーンイノベーション戦略推進会議」（2020年7月～）
 - 2050年カーボンニュートラル実現を目指した全体構想を議論し、**重点的に取り組むべき14分野を特定**
- 経産省「グリーン成長戦略」（2020年12月）
 - ✓ NEDOに10年間で**2兆円**の「グリーンイノベーション基金」を創設し、技術開発から実証・社会実装まで一気通貫で支援を実施
 - ✓ 予算、税、規制・標準化、民間の資金誘導等、政策ツールを総動員

● グリーン成長戦略における14の重要分野

分野	
① 洋上風力産業	⑧ 物流・人流・土木インフラ
② 燃料アンモニア産業	⑨ 食料・農林水産業
③ 水素産業	⑩ 航空機産業
④ 原子力産業	⑪ カーボンサイクル産業
⑤ 自動車・蓄電池産業	⑫ 住宅・建築/次世代太陽光
⑥ 半導体・情報通信産業	⑬ 資源循環関連産業
⑦ 船舶産業	⑭ ライフスタイル関連産業



第3回グリーンイノベーション戦略推進会議 (2021年11月)
(第1回より委員として参加)

レーザー技術の産業応用

- 単色性、指向性など**光源として優れた特性**
- 高出力化・波長領域拡大等により光通信、照明、自動車等での利用促進と、**農業、光給電、レーザー核融合など新分野の開拓加速**
- レーザー技術の産業応用は**グリーン社会の実現に極めて重要**

レーザー技術の産業への応用



レーザー学会の提言（2022年1月）

- 「**2050年カーボンニュートラルへのレーザー技術の貢献**」
 - ✓ レーザーの効率化（半導体レーザーなど）
 - ✓ システム革新（スマート農業、無線給電、スマート照明など）
 - ✓ グリーンエネルギーの生成（レーザー核融合、太陽光励起レーザー）

グリーン成長戦略14重要分野におけるレーザー技術の貢献（7分野）

重要分野	カーボンニュートラルへの貢献	
	高効率化・システム革新	グリーンエネルギー
③ 水素産業		核融合（水素製造）
④ 原子力産業		核融合（発電）
⑤ 自動車・蓄電池産業	ヘッドライト、レーザー加工、ワイヤーハーネス（光通信）	
⑥ 半導体・情報通信産業	半導体レーザー、光通信	
⑧ 物流・人流・土木インフラ	無線給電	
⑨ 食料・農林水産業	植物工場（LD照明）、スマート農業	
⑫ 住宅・建築/次世代太陽光	スマート照明	太陽光励起レーザー

レーザー技術によるGHG削減効果

- レーザー技術を応用した**グリーンエネルギーの生成とシステム革新は、2050年に国内で10～20%、世界で5～10%のGHG削減※に貢献するポテンシャルがある。**
- ※GHG総排出量の国内10.6億t（2018年）、世界328億t(2017年)に対する割合

レーザー技術の応用による国内、世界のGHG削減量（CO₂換算）

（単位：万t）

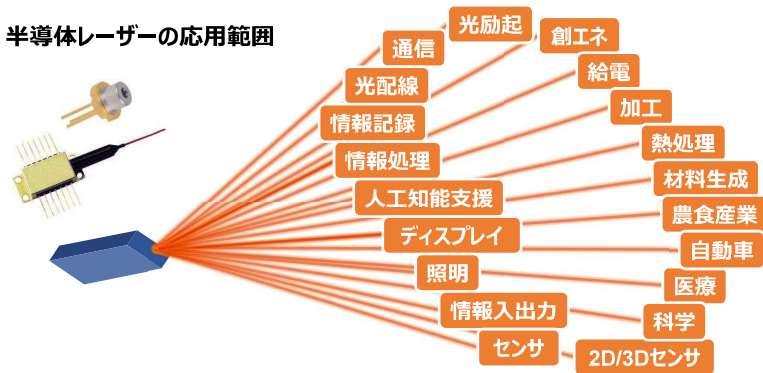
エリア	国内		世界	
	2030年	2050年	2030年	2050年
＜レーザーを用いたグリーンエネルギー＞				
レーザー核融合、H ₂ 製造	0	5,000-17,000	0	70,000-170,000
太陽光励起レーザー	500	2,700	8,000	25,000
＜レーザー適用によるシステム革新＞				
スマート農食産業	50	320	3,400	25,000
レーザー加工の産業応用	60	480	1,200	9,600
光無線給電	830	2,700	15,000	52,000
LDスマート照明	1,200	3,400	33,000	91,000
自動車へのレーザー応用	50	190	1,500	5,100
総計	2,700	14,000-27,000	62,000	270,000-380,000

※半導体レーザーの低消費電力化は他の項目に含まれるので、ここには記載しない

①半導体レーザー

- 通信、照明、加工など様々な産業で利用拡大
- 高効率化※によりCO₂排出量を削減
※現在：50%(青)~75%(近赤外)⇒2050年：80%以上
- 小型・低消費電力化により適用拡大が促進され、カーボンニュートラルに向けた正の循環がうまれる

半導体レーザーの応用範囲



半導体レーザーの高効率化への課題

- 半導体レーザーの高効率化には、内部抵抗、動作電流、動作電圧、光損失を圧倒的に低減することが必要

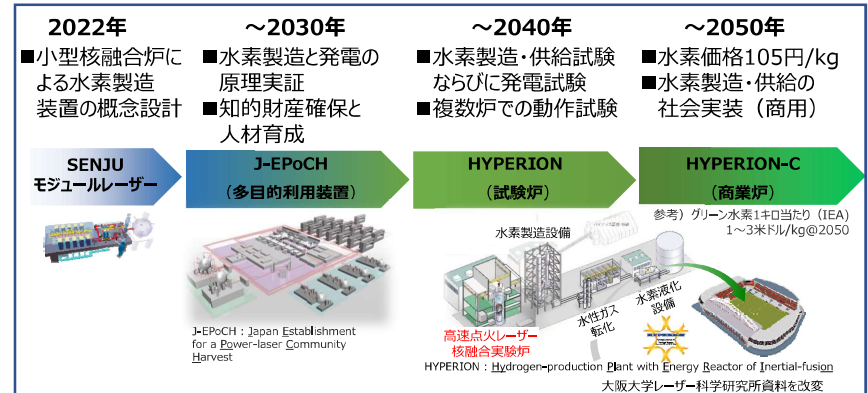
半導体レーザーの高効率化に必要な技術

項目	必要な技術
結晶	無欠陥結晶：多様な化合物半導体や歪結晶の高品質形成
プロセス	超微細加工：多様な材料の原子レベル立体制御による高精度ナノ構造
構造設計	高精度設計：材料・構造の最適設計
集積	高度集積化：光・電子・微細メカなどの複集合積

②レーザー核融合

- 米国NIF※がレーザーによる世界初の核融合燃焼に成功(2021年8月)
国内でも点火・燃焼実現のための要素技術は準備できており、実証待ち
- 実用化の第1段階として、社会的ニーズが高い水素製造から実施
- 小型炉を分散配置することで、2050年に日本全体にグリーン水素を供給
※NIF：National Ignition Facility(国立点火施設)

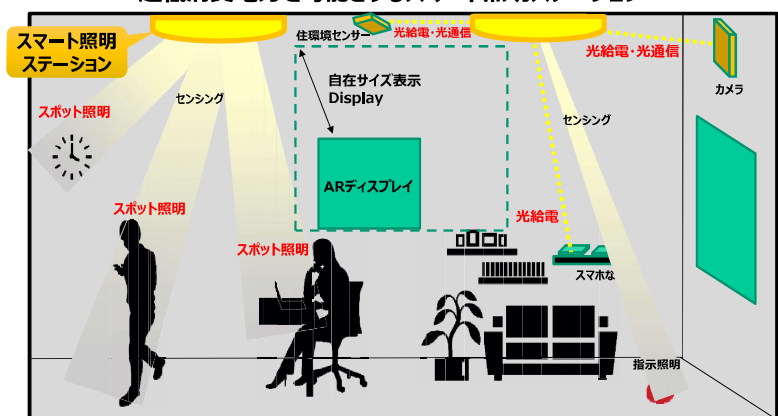
レーザー核融合のロードマップ



③レーザースマート照明

- レーザー走査・センシングにより、必要な部分のみレーザー照射するスマート照明で超低消費電力が可能(1/10以下)

超低消費電力を可能とするスマート照明ステーション



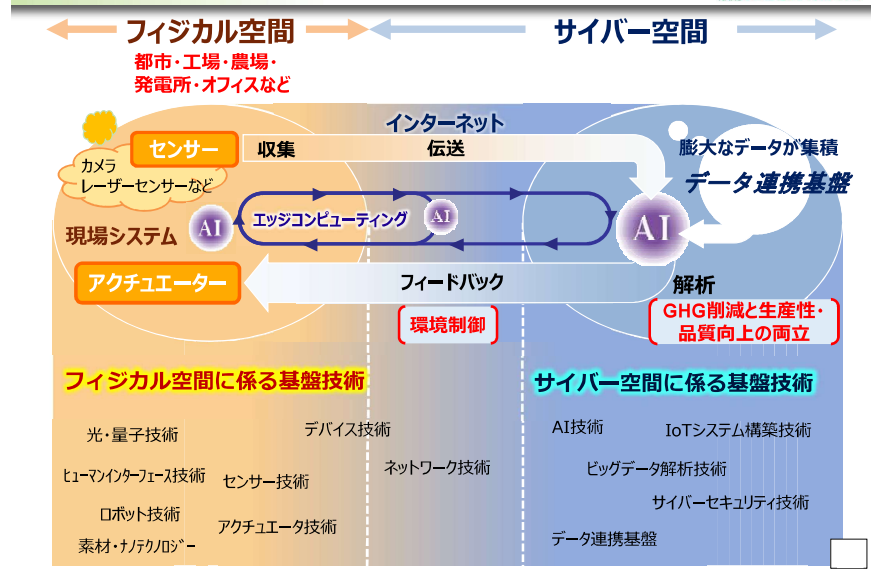
(大阪大学レーザー科学研究所 山本和久教授作成資料を改変)

カーボンニュートラルに向けたレーザー技術
④スマート農業



植物工場	農業ゼロの食料生産	土壌メンテナンス・システム
<ul style="list-style-type: none"> 人工光を用いた多段式植物工場では、露地の300倍以上の生産性を実現 高効率のレーザー光源により大幅に消費電力を削減 	<ul style="list-style-type: none"> レーザーにより無農薬で害虫、雑草を防除 生産性向上と環境保全を両立する農水省の「みどりの食料システム戦略※」(2020.5)に貢献 ※カーボンニュートラル、農業50%減、化学肥料30%減、有機農業100万ha等 	<ul style="list-style-type: none"> 光センサにより土壌の肥沃土、土壌病害、微生物等をセンシングし、防除・施肥等を最適化 土壌からのGHG※排出削減と収量の最大化を両立 ※N₂O、CH₄を含む
<p>多段式植物工場</p>  <p>AeroFarms社 (Facebook掲載画像を許可を得て引用)</p> <p>レーザー光を用いた栽培</p>  <p>(浜松ホトニクス社より提供)</p>	<p>害虫の検知・狙撃</p>  <p>雑草の識別・除草</p> 	<p>サイバー空間</p>  <p>DB 計画策定 AI</p> <p>センシング</p> <p>肥沃度 土壌病害 微生物等</p> <p>行動計画</p> <p>防除 施肥等</p> <p>フィジカル空間</p> <p>スポット防除</p>  <p>スポット施肥 光センサ</p> <p>LIDAR</p>

Society5.0の実現に向けたレーザー技術とICTの融合



カーボンニュートラル実現に資する
レーザー技術の発展に向けて



- 今後、取り組みを強化すべき施策
 - ✓ Society5.0の実現に向けたレーザー技術とICTの融合
 - ✓ 拠点形成と人材育成、開発資金の投入 (特に、欧米、中国などの諸外国に先行するため)
 - ✓ 産学官の学際的なプレーヤーが連携する体制の構築
 - ✓ 知財確保・国際標準化、規制改革の推進
 - ✓ 社会実装の加速と産業競争力の強化
- レーザー学会の役割
 - ✓ 学術の振興と新分野・融合分野の開拓
 - ✓ 社会・産業界での実用化
 - ✓ 人材育成