

【Meet up Chubu】

プラズマによる グリーンエネルギー製造への取り組み

名古屋大学 大学院 工学研究科
教授

豊田 浩孝

2024年10月24日(木)

1) 略歴

1988年3月 名古屋大学 工学研究科 博士課程修了
1988年4月 名古屋大学 助手（工学部）
1992年4月 名古屋大学 講師（工学部）
2000年4月 名古屋大学 助教授（工学研究科）
2007年4月 名古屋大学 教授（工学研究科）



【兼任】名古屋大学 副センター長（低温プラズマ科学研究センター）
自然科学研究機構 特任教授（核融合科学研究所）

2) 所属学会

- ・応用物理学会（元プラズマエレクトロニクス分科会幹事長）
- ・プラズマ・核融合学会（元副会長）
- ・電気学会（元理事）

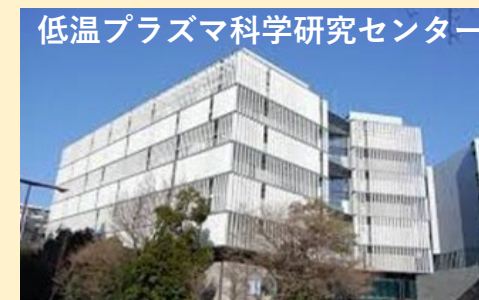
3) 研究概要

- ・産業応用向新規プラズマ装置創出：液体処理、薄膜材料形成向け等
- ・新規プラズマプロセスの実証と反応機構解析

4) 研究拠点



名古屋大学 IB電子情報館



名古屋大学 NIC館



自然科学研究機構

名古屋大学



工学研究科

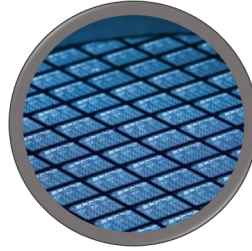


低温プラズマ
科学研究センター

プラズマ技術開発が旺盛
(プロセス・装置)

研究拠点

主用途: 半導体



半導体



自動車



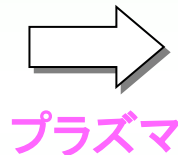
デジタル家電



ウェアラブル



データセンター



プラズマ

用途展開: カーボンニュートラル、バイオ、医療、アンチエイジング etc.

【カーボンニュートラル】

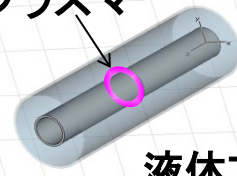
1) グリーンエネルギー製造

- ・水素
- ・化石燃料代替

2) 光触媒開発

- ・水素製造用等

プラズマ



液体プラズマ

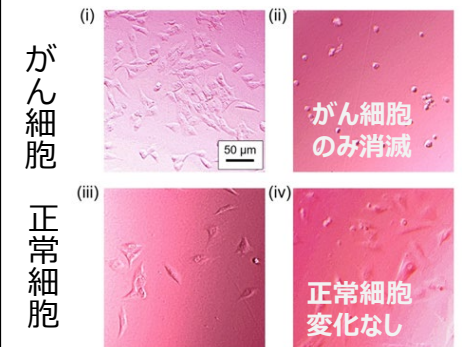
【バイオ】

- ・発芽生育促進
- ・気候変動耐性向上



<https://onlinelibrary.wiley.com/cms/asset/7964ede1-2c65-4347-b080-08087de3a960/ppap202170002-gra-0001-m.jpg>

【医療】



がん細胞

正常細胞

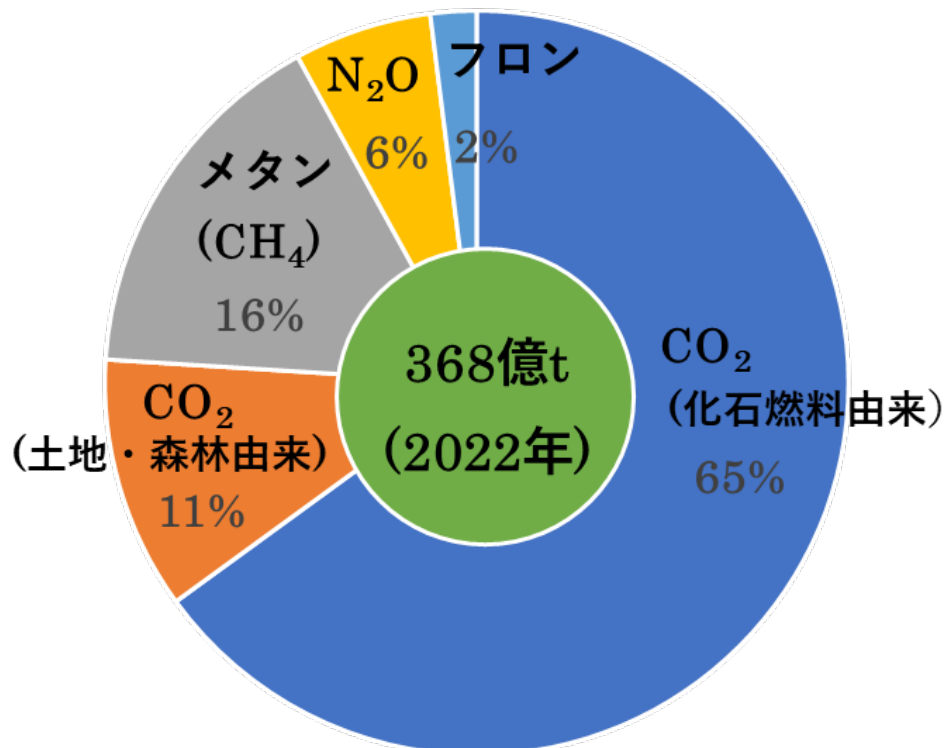
投与前

投与後

プラズマ活性溶液のがん細胞への効果
(Kurake, N. et al., *Archive biochem. Biophys.*, 605, 102-108.)

用途(プラズマ技術)

温暖化効果ガス排出量



CO₂排出是正が急務!!

CNに向け、脱石化が不可欠

グリーンエネルギー社会 (新規CO₂の排出レス化)

■再生エネルギー

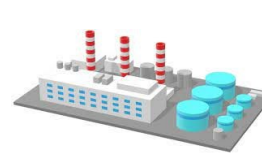


太陽光発電



風力発電

■水素社会

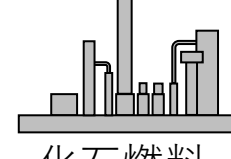


水素発電



燃料電池

■化石代替



化石燃料
代替合成

■地球温暖化対策

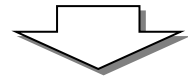
グリーンエネルギー開発が活発化

■グリーンエネルギーへの期待

- ①再生エネルギー(太陽光・風力発電)
- ②水素製造・・・備蓄可能
- ③化石燃料代替・・・現有設備の流用が可能

海外からの調達(CO₂排出フリー水素の輸入)

- ・オーストラリアの褐炭から抽出した水素を輸送
- ・海外の安い再生エネルギーで製造した水電解水素を調達し、専用船で輸送



海外から安い水素を調達する計画が進行中

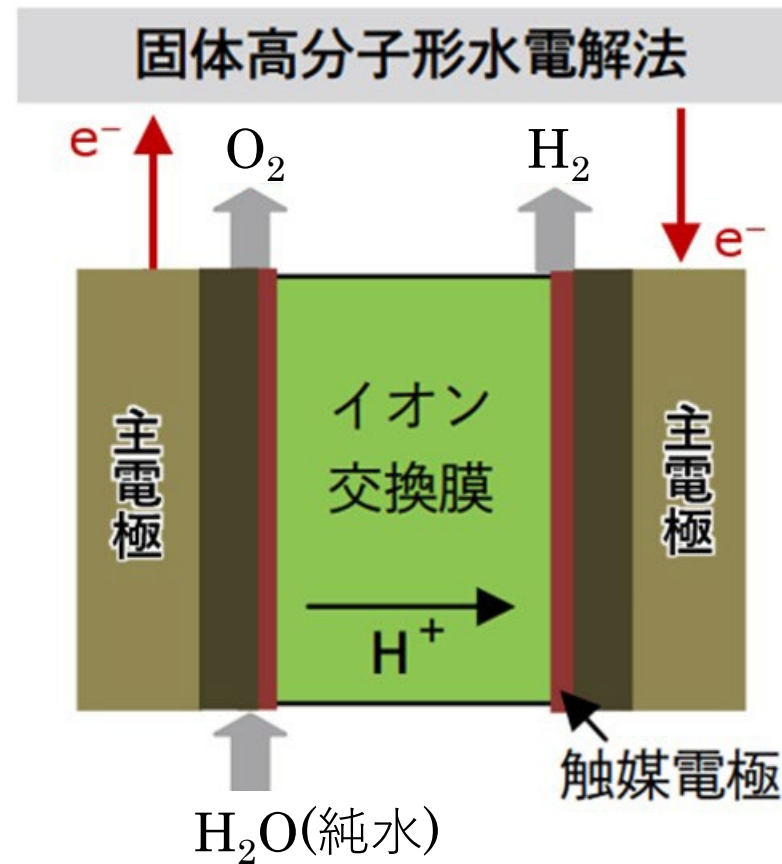
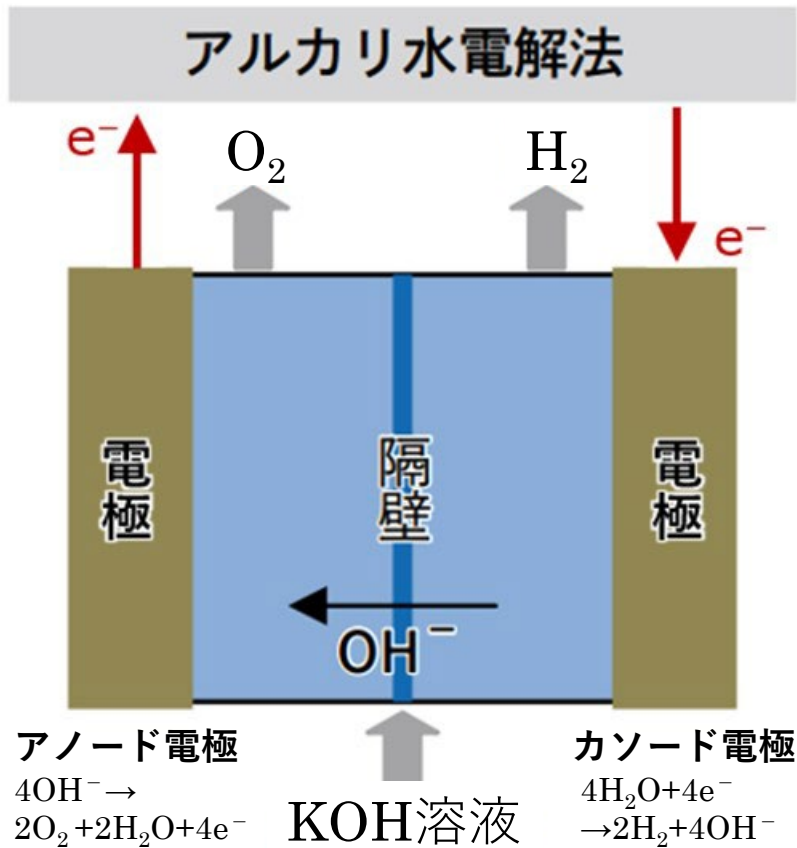


液化水素運搬船（川崎重工）

【課題が山積】

- ・価格変動・安定供給・国富流出
- ・遠路輸送による水素の蒸散
- ・液化水素貯蔵に対してのエネルギーロス、貯蔵タンクの整備 etc.

水電解(アルカリ、PEM)



(出典：NEDO水素エネルギー白書)

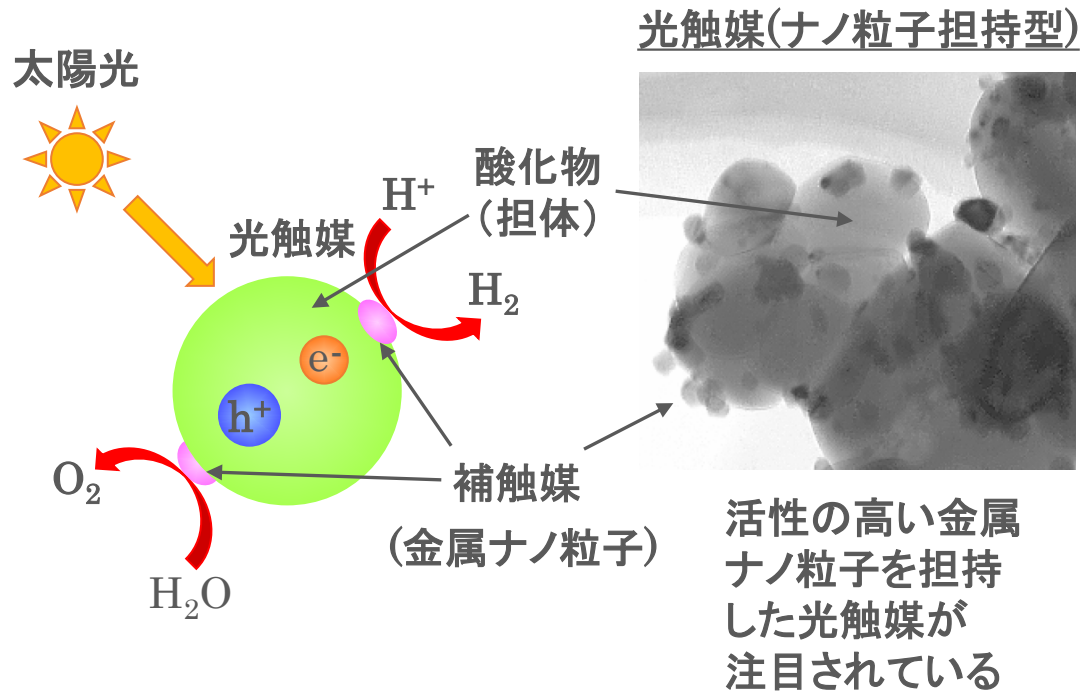
水電解による国内
水素製造が進行中

【課題】

- ・価格
- ・水質、分離 *etc.*

政府目標	製造コスト
2030年	30円/Nm ³
2050年	20円/Nm ³

太陽光利用(光触媒法)



政府目標を実現する方法として
太陽光を利用した光触媒による
水素製造法が注目されている

【光触媒合成方法】

- ①含浸法
- ②触媒法
- ③平衡吸着法

【光触媒の課題】

- ・乾燥・焼成・水素還元工程が必要 $\Rightarrow$ 品質が低下する可能性有
- ・複数工程 $\Rightarrow$ 高価な貴金属原料がロス (コスト高)

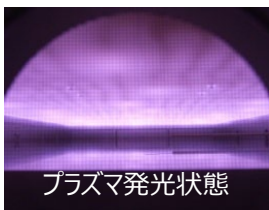
特長

- ・プラズマ(電離)密度が2桁高い(高反応性)
- ・用途に応じた独自の装置デザイン可能
- ・広範囲・大量処理が可能

カーボンニュートラル・バイオ
用途等、応用目的に応じた
固有のプラズマ装置を開発

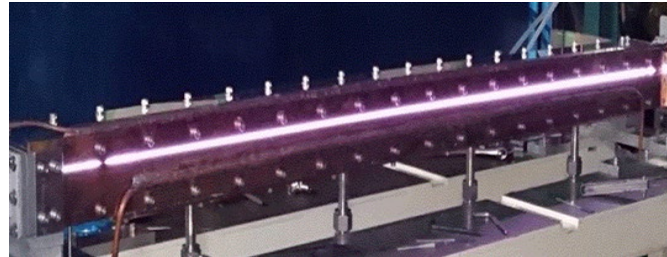
減圧プラズマ

大面積表面処理



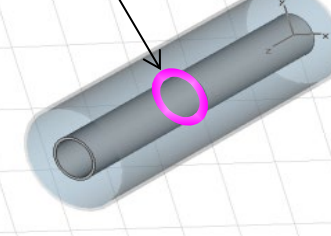
大気圧プラズマ

メートル長



液体プラズマ

プラズマ 液体



液体処理



機能性膜

表面改質

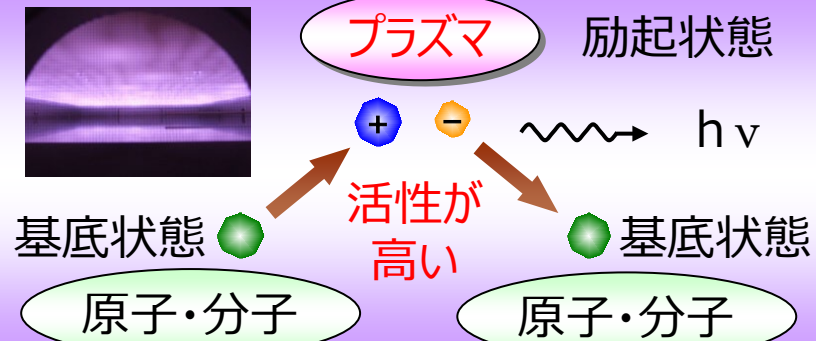
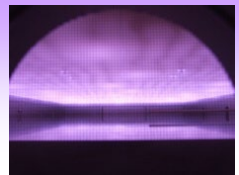
材料合成

プラズマとは？

原子・分子がエネルギーを吸収し、
正イオンと電子とに電離した活性が高い状態

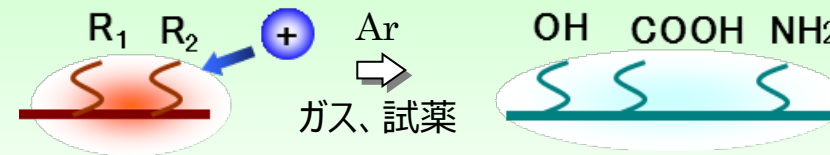


全体は、電氣的に中性だが、
電離しているため、物質の
三態（固体・液体・気体）の
何れにも当てはまらない事
から、「物質の第四状態」と
言われる



産業への展開

1) 表面改質(変性・分解・合成)



2) 機能性薄膜の形成・ナノ粒子の合成

① PVD(物理的蒸着)

機能性薄膜(ナノ膜)

② CVD(化学的蒸着)

基材(樹脂・ゴム)

【プラズマ技術の特長】

- ・材料の表面改質(変性・分解・合成)
- ・機能性薄膜の形成・ナノ粒子の合成
- ・環境にも優しい製法



社会実装に向けた研究開発を推進

自然現象

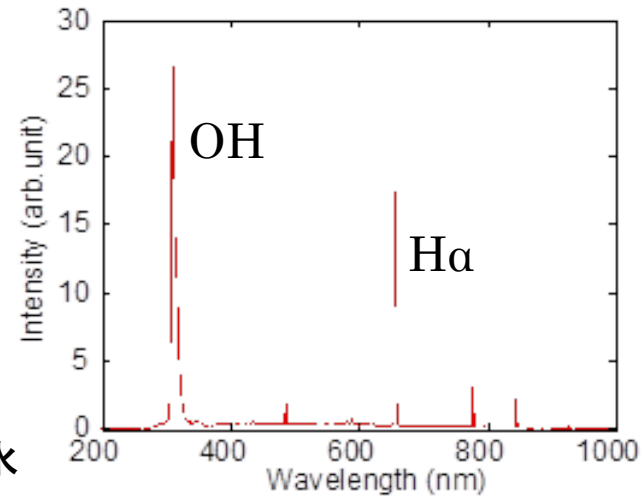
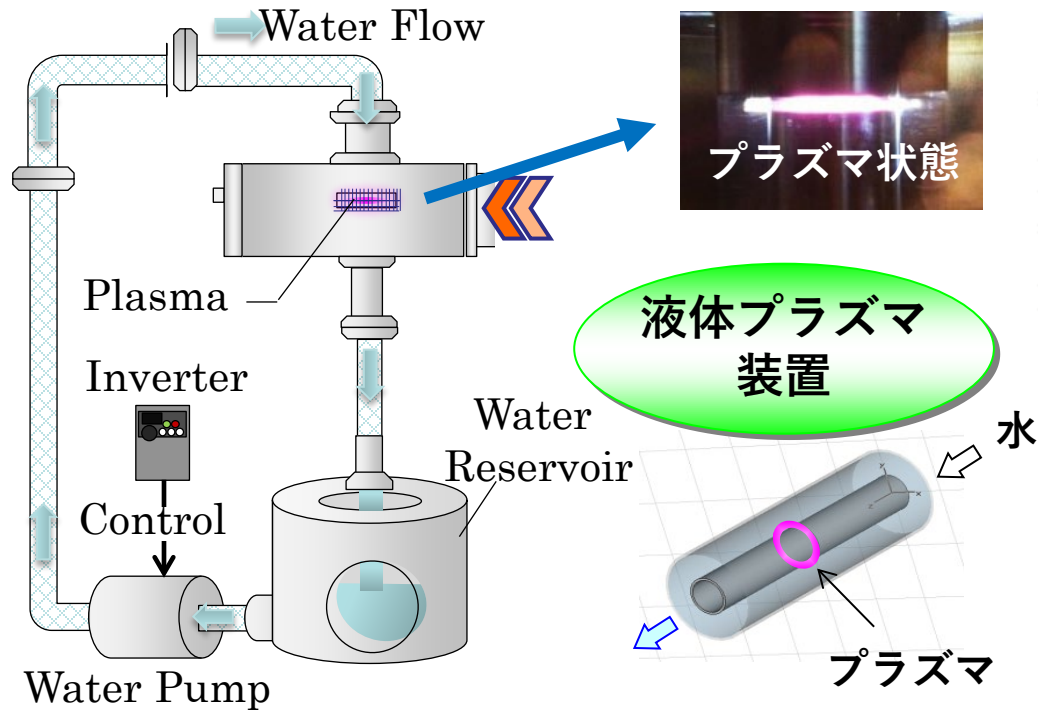
オーロラ



稲妻



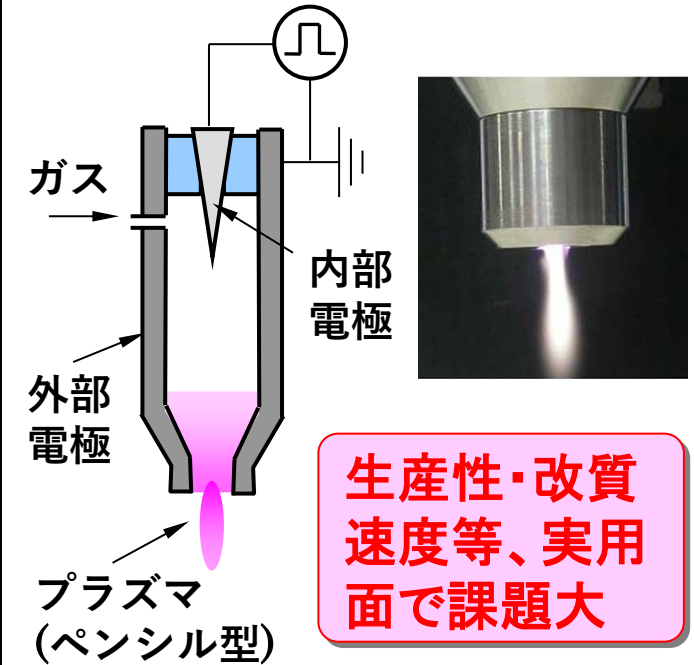
液体プラズマ装置



プラズマ発光スペクトル

水(H₂O)を
H⁺とOH⁻に電離

cf. 大気圧プラズマ装置



〔出願特許：特許第6244141号、特許第6579587号、特願2021-113787 etc.〕

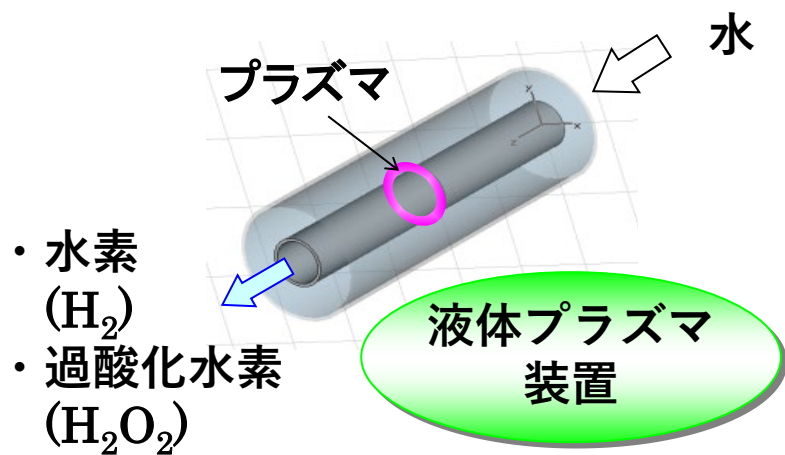
液体（層流）の周りに
高密度プラズマを生成する
液体プラズマ装置を開発

多量・高速に
改質・合成

①グリーン水素製造
②化石燃料代替開発
の研究を開始

高密度プラズマ技術の派生・応用(液体プラズマ等)

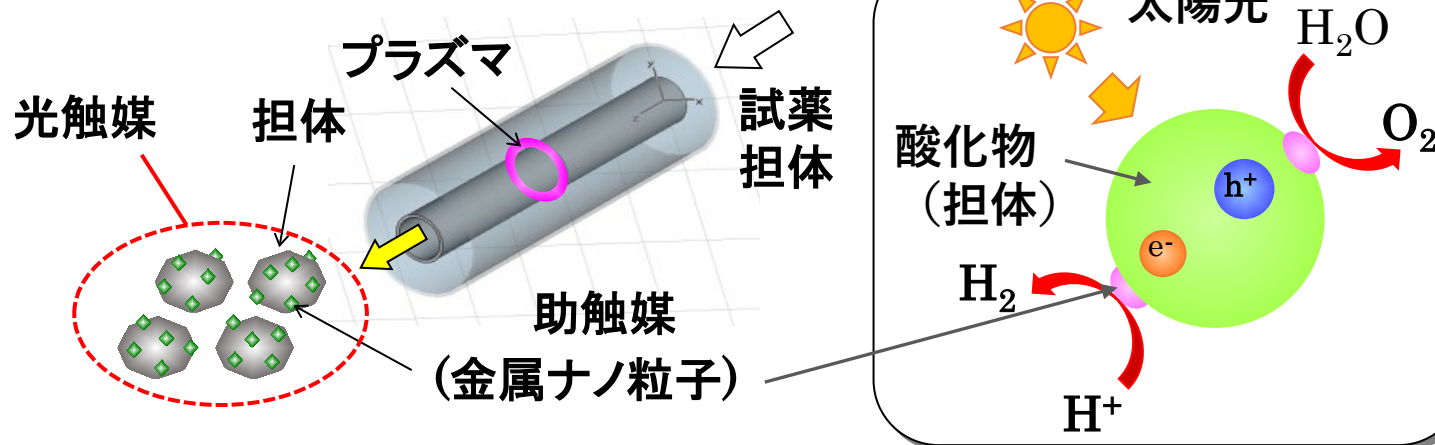
1) 脱化石燃料



【ターゲット】

- ・ 水素 (H_2) 製造
- ・ 化石燃料代替合成

2) 光触媒(水素製造用 *etc.*)



JST 委託研究
(ナノ粒子合成
技術) 成果応用

【ターゲット】

- ・ 触媒(グリーン水素製造用 *etc.*)
- ・ ナノ粒子担体担持タイプ

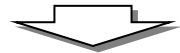
高密度プラズマ技術を利用した「水素・化石燃料代替の直接合成」、「触媒開発」を通して、水素製造 & 化石燃料代替合成技術(アルコール、 CH_4 *etc.*)の構築を図る

水素(H_2)製造用触媒

1) 現行市場規模(w/w) (水電解水素製造用触媒)

百万米ドルと予測 (2022年)

※出典: グローバル水電解水素製造用
触媒に関する調査レポート
(2023年9月19日出版、QYResearch社)



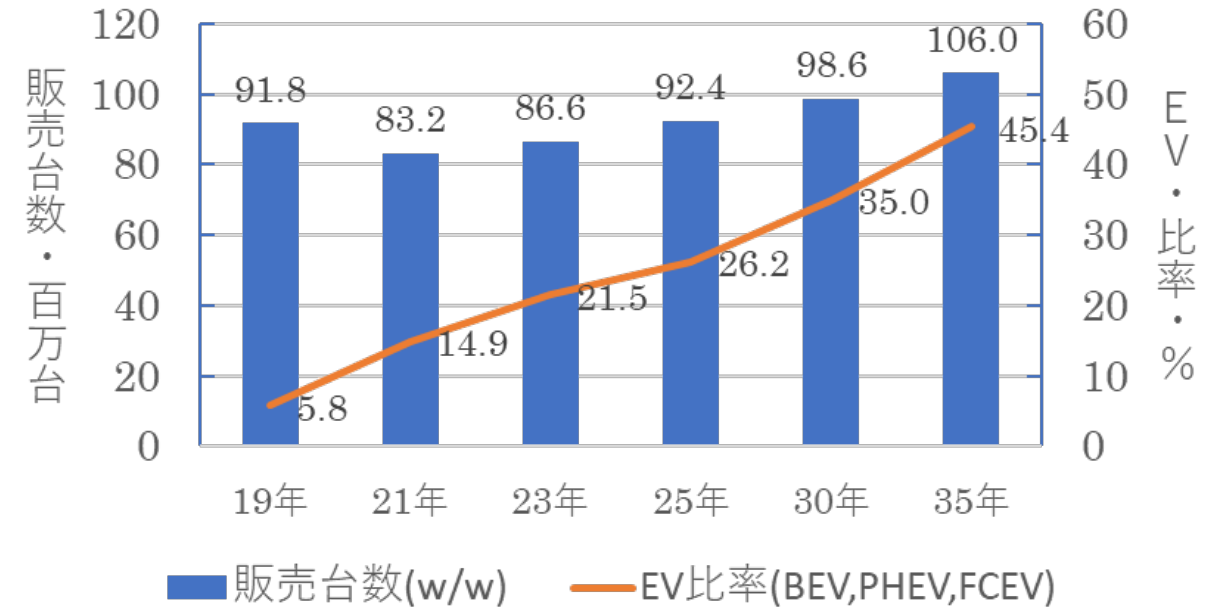
2) 水素社会到来時(w/w)

光触媒市場規模: 280億米ドル

※前提条件: 原油が水素に置き換わり
原油市場規模(2兆7478億米ドル)の
1%が光触媒原価となると仮定し計算

過酸化水素(H_2O_2)

(Conservative予測)



※出典: 矢野経済研究所推計(2023.4.28)

ICE・EV販売予測(w/w)

H_2O_2 市場規模: 280億米ドル

※前提条件: 原油市場規模(2兆7478億米ドル)の
2割が自動車に使われ、その原油の5%が燃料電池
(過酸化水素原料)に置き換わると仮定し計算

cf. 中部電力グループ構想 (水素・アンモニア)

ソリューション提供・ 地域供給網

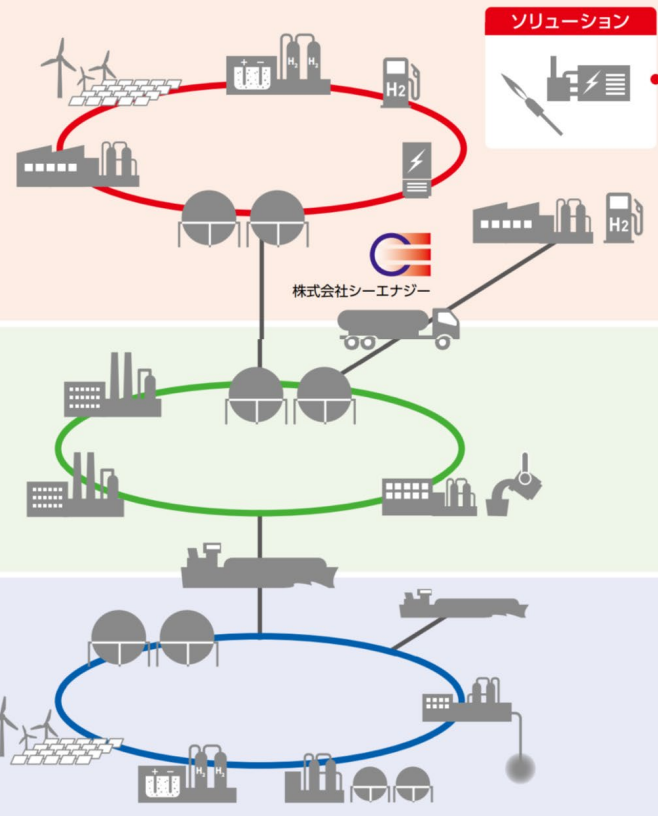
- 地域・個別のお客さまへの水素・アンモニア供給網の構築
- 電気と水素・アンモニアをセットにしたソリューションの提供

拠点港供給網

- JERA・製鉄・化学産業等と連携し、拠点港湾における水素の荷揚貯蔵・供給網の確立

国際供給網

- JERAを中心とした水素・アンモニアの製造・船舶輸送等、国際供給網の確立



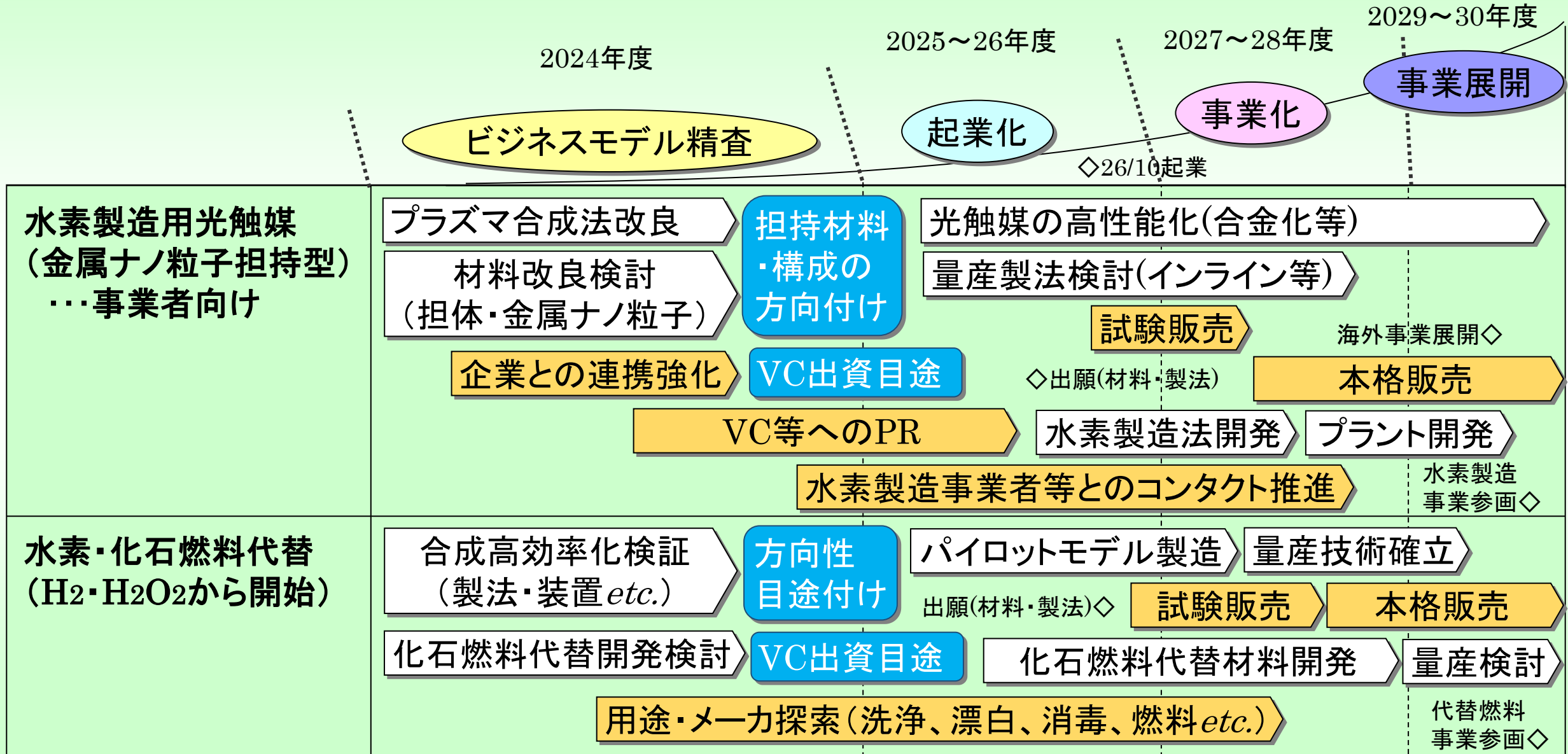
水素・アンモニア発電に向け
インフラ整備中

名大プラズマ構想(親和性・波及効果)

- ・ 水素・化石燃料代替を製造する
新産業の創出
- ・ グリーンエネルギー社会実現に向けた
インフラの整備
- ・ 水素ステーションへの水素供給による
水素インフラの普及
- ・ 水素、燃料電池社会の促進
- ・ 化石燃料代替による既存設備の延命
- ・ 排ガス浄化等への展開
(県内浄化触媒メーカーとの協業)

グリーンエネルギー製造による
新産業創出・インフラ整備を図る

事業化スケジュール



【研究代表】

豊田浩孝(CTO候補、教授)

- ・研究開発全体を統括(知財含)
- ・事業化技術開発

【経営者候補】

- ・ビジネスモデル企画・検証・構築
- ・渉外活動等

〔長年、製造業に勤務
(研究開発・技術・生産技術・製造を経験)〕

【起業支援】

河野 廉(教授)

- ・起業に向け、支援・伴走

【アドバイザーA】

- ・顧客候補探索
- ・ビジネスモデル修正
- ・構築指導・アドバイス

【アドバイザーB】

- ・品証アドバイス

ご清聴頂きありがとうございました。