

飯田市ではリニア中央新幹線長野県駅（仮称）の建設が進められているほか、産業振興拠点「エス・バード」において、信州大学による光触媒を用いた世界最大規模のグリーン水素製造実証実験や、最新の水技術を南信州地域から世界へと展開する実証タウンの構築が予定されている。

また、同大学が研究を進める光触媒によるグリーン水素は、太陽光と水のみで製造できるため、環境負荷が極めて少なく、将来有望な技術として期待されている。このような認識のもと、2026年4月14日に当財団と飯田市、国立大学法人信州大学と共催で飯田商工会議所商店街交流ホールにおいて第27回中部社研時事フォーラム「リニア開業を見据えたグリーンエネルギーによる地域づくり・産業振興」を開催しました。

本稿は、このフォーラムのご講演「南信州におけるグリーン水素の社会実装の意義と可能性」を元に、講師である信州大学学術研究・産学官連携推進機構准教授の宮原大地氏にその内容およびパネルディスカッションの概要を執筆いただいたものです。（事務局）

南信州におけるグリーン水素の社会実装の意義と可能性

信州大学学術研究・産学官連携推進機構
准教授（URA） 宮原 大地



<プロフィール>

信州大学農学部卒業（2011年）、信州大学大学院修了（2016年）
2018～2025年 信州大学学術研究・産学官連携推進機構 助教（URA）
2024年 信州大学アグリ・トランスフォーメーション（農X）推進室 室長
2025年 信州大学学術研究・産学官連携推進機構 准教授（URA）

1. 地球温暖化対策と水素エネルギー

地球温暖化による気候変動は近年ますます深刻化しており、その主要因である温室効果ガスの排出を減らすことが国際的な課題となっている。そ

のためには、化石燃料に頼らない再生可能エネルギーへの転換を進めていく必要があり、その主要な代替エネルギー資源の一つとして、水素が注目されている。水素は、水を原料として生成されるエネルギー源であり、燃焼しても温室効果ガスを

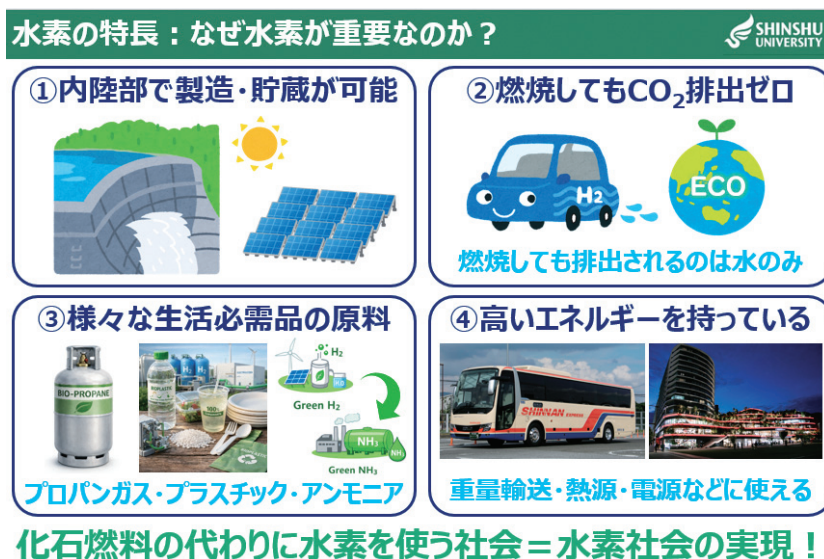


図1 水素の特徴

排出しないグリーンエネルギーの一つである。水素が酸素と結合する際に大きなエネルギーを発生させることから、現状は電力よりも化石燃料が優位な長距離・重量輸送や熱源等の代替、および脱炭素化に適する。また、水素は燃料や有機化学製品、アンモニア等の基幹化学品を合成するうえで必須であるため、多様な生活必需品の製造に欠かせない物質である。上述した技術領域は、電力があっても代替が難しい分野であり、「難脱炭素分野」と呼ばれている。よって、水素はエネルギーのみならず化学製品等での脱炭素化を達成するために有用とされている [1] (図1)。

他方、近年の海外情勢不安などから、我が国におけるエネルギー安全保障面での危機感が高まっている。加えて、長野県などの内陸県は、エネルギー資源の大部分を沿岸部からの輸送に頼らざるを得ないため、供給網に大きな課題がある。水素は水を電気等で分解すれば製造できるため、内陸部でも水素エネルギーの確保が可能である。したがって、難脱炭素分野の代替のみならず、エネルギーの地産地消、災害時に地域のレジリエンスを高める等の観点からも、水素の活用を進めることは極めて重要である。

2. 信州大学の人工光合成技術

水素を生成する技術はさまざまなものが知られている。世界的に最も一般的な水素製造方法は、天然ガス等を燃焼させて水蒸気を改質することで水素を製造する方法である。しかし、これは水素を製造する過程で大量の温室効果ガスを排出するため、コスト面で優れるメリットはあるものの、環境負荷が大きい手法である。こうして製造された水素は、いわゆる「グレー水素」と呼ばれる。

一方、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーによって水を分解し、製造過程で温室効果ガスを排出しない水素を「グリーン水素」と呼ぶ。グリーン水素は環境負荷が少ないだけでなく、内陸部でも製造可能なため、世界的に実証実験等が進められている。しかしながら、グリーン電力自

体の製造・供給コストが比較的高額なため、製造される水素の価格もグレー水素に比べて高額となる。

信州大学では、「水分解光触媒」によって水素を製造する技術の研究開発を進めている。水分解光触媒とは、太陽光をエネルギー源として電気や化石燃料を用いることなく水を分解し、水素と酸素のガスを発生させる反応を引き起こす光触媒であり、これまでの水素製造法とは全く異なる新たな技術である。

水分解光触媒による水素製造方法は、太陽光と水があれば水素を製造できるため、環境負荷と製造コストを限りなく低減したグリーン水素を得ることが可能である。こうして製造された水素は、酸素と分離させる工程を経て純水素化することにより、エネルギーとして直接利用できる。また、空気中の二酸化炭素を固定する方法と水素を組み合わせることにより、化石燃料を用いずにプラスチック原料や合成燃料、アンモニア等を得る反応に活用することも可能となる。

一連の技術体系は、植物のように二酸化炭素を吸収し、太陽光をエネルギー源として有機物を生成するプロセスを人工的かつ低環境負荷に実現できることから、「人工光合成」と呼ばれている [2]。人工光合成を実現するためには、低価格なグリーン水素をいかにして大量製造するかが重要であり、光触媒を用いた水素製造法はその有力な方法の一つとして、かねてから注目されてきた。すなわち、光触媒によって製造された水素を安価に供給することができれば、さまざまな化石資源・エネルギー資源に乏しい我が国における経済・エネルギー面等での安全保障に大きく貢献できる可能性がある。

水分解光触媒は粉末状の物質であることから、平面状に展開することで大面積化が比較的容易であるとされる。これを実証するため、我々は水分解光触媒を塗布した「光触媒シート」を作成し、水中で太陽光と同じ強さの光を照射する実験を行った。その結果、常温常圧下で水分解反応が誘起され、水素・酸素混合ガスを発生させることができた (図2)。これにより、光触媒シートと水を充

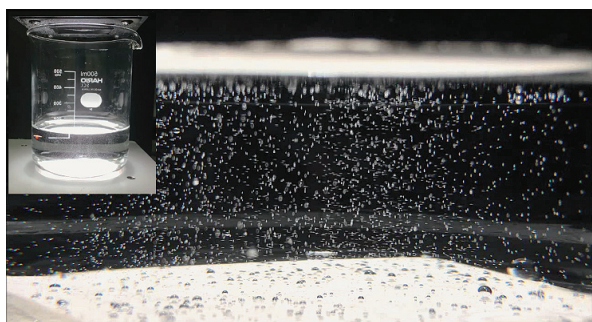


図2 光触媒シートによる水分解反応

填した「リアクター」を大面積展開し、太陽光のもとで運用することで、さらに多くの水素を獲得できる可能性を示すことができた。

次に、光触媒シートを受光面積100㎡規模にまで拡張させた実験プラント（図3）を設置して、太陽光のもとで水素を製造する実証実験を行った。その結果、活発な水素ガス生成が確認できたことから、「ソーラー水素」ともいふべき新たな水素製造方法が現実的なものとなった。（図4）[3]。

上記の実証実験により、リアクターの面積をさらに拡大することで、太陽光と水のみから大量の



図3 100㎡規模での人工光合成実証実験

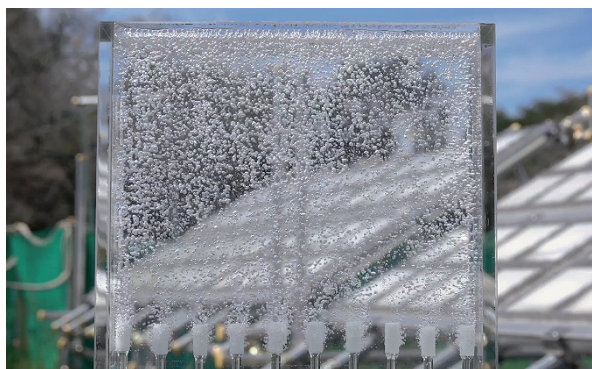


図4 100㎡のリアクターから生成された水素ガス

水素を製造できる可能性を実証できた。したがって、今後のステップとして、一連の技術を実用化するための大規模な研究開発が必要となる。

3. 「人工光合成の社会実装ロードマップ」の実現に向けて

2025年9月、環境省から「人工光合成の社会実装ロードマップ」が公表された。ここには、信州大学が持つ光触媒系人工光合成技術の実用化目標が掲げられており、今から約10年後の2035年を目途に、太陽光が持つエネルギーの10%を水素に変換する高効率な光触媒と、光触媒の大面積化に向けた大型シートモジュールを開発し、2036年以降の量産化を目指すとされている。そのための具体的な取り組みを以下に述べる。

3-1 高変換効率を実現する新型光触媒の開発

現行型光触媒の太陽光-水素変換効率（以下、「STH」）は1%程度である。しかしながら、商用利用に適した価格で水素を製造するには、最低でも5%、望ましくは10%程度のSTHを実現する必要があるとされる[4]（筆者注：人工光合成における太陽光変換効率は太陽光のエネルギーから化学エネルギーに変換された効率を指すため、太陽光発電等の変換効率とは計算方法が異なる）。現在用いている触媒は紫外線をほぼ100%利用できる非常に画期的な触媒であるが、STH 10%を実現するには、紫外線のみならず可視光線も利用可能な触媒を開発する必要がある。信州大学では世界に先駆けて、赤色光までの幅広い吸収端を持つ「可視光応答触媒」の開発に成功している（図5）。中には、理論計算による変換効率が10%を大きく超える候補材料も見つかっており、実現できれば現行の水素製造プロセスを革新できることは間違いない。しかしながら、現状は触媒の構造に「欠陥」があることから、目標とする変換効率を実現できていない。そのため、信州大学では触媒に欠陥が生じる原因を根本的に解決するとともに、高変換効率を実現できる新たな触媒の開発を

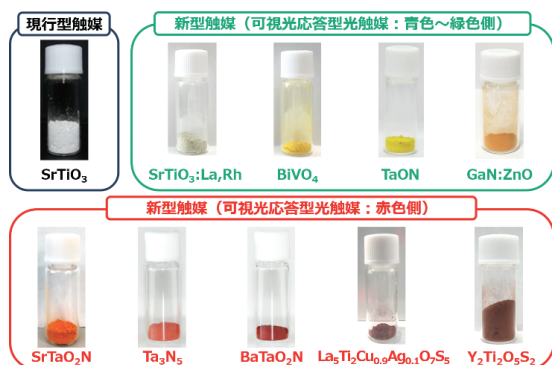


図5 さまざまな可視光応答触媒

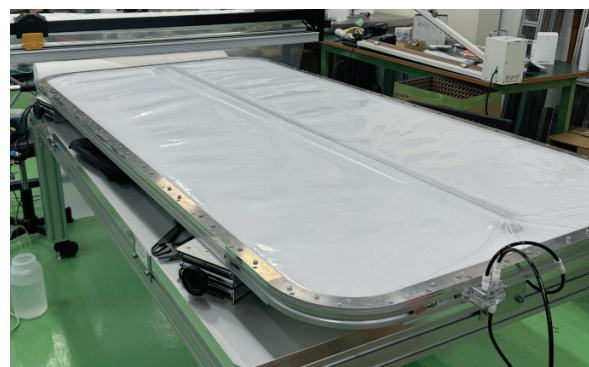


図6 開発中の大面積リアクター（プロトタイプ）

進めている。加えて、長期間の屋外運用に耐えられる耐久性の高い光触媒や、光触媒を安価かつ大量に合成できる手法の開発も重要な課題である。

今後5～10年間の開発目標としては、高効率化と長寿命化を両立し得る、さらに高機能な触媒の実現を目指して、研究開発を進めていく。

3-2 大面積化に向けた大型リアクターの開発

将来的な大面積化を見据え、量産化に適した大型リアクターを開発することは、人工光合成技術を社会実装するうえで極めて重要である。そのためには、コスト性・メンテナンス性に優れるとともに、屋外での長期間運用時における頑健性を両立したリアクターを新規開発する必要がある。現在、信州大学では大型リアクターや大型光触媒シートのプロトタイプを作成し、最適な構造や素材、安全性などを検証中である（図6）。

信州大学では、長野県の南端部に位置する「南信州地域」において、大型光触媒リアクターによる水素製造を実証する世界最大規模の拠点設置を進めている。実証フィールドとなるのは、長野県飯田市座光寺にある産業と人材育成の拠点「エス・バード」である（図7）。この土地の一部に、開発した大型リアクターを数千㎡規模で展開し、実際に水素ガスを発生させて、大面積化によって生じるさまざまな技術的課題の解決に取り組む予定である。設置予定の大型リアクターは、従来のリアクターをはるかに上回るサイズ（1m×12m）を予定している。また、水分解によって水素ガスのみならず酸素ガスも同時に発生するため、水素-



図7 実証実験が行われるエス・バード

酸素混合ガスから水素ガスのみを高純度で分離する「酸水素ガス分離ユニット」を設置し、光触媒による水分解から純水素ガスの製造までを実現する計画である。

南信州地域における一連の実証実験によって得られた大型リアクターによるヘクトール級水素製造設備の基本設計思想や、大面積な水素製造施設の運用ノウハウ等は、今後の光触媒系人工光合成技術の根幹を成すものである。我々はこれをスタンダードモデルとして、人工光合成技術の社会実装に向けた研究開発を加速させていく。

4. 南信州における水素の社会実装を目指して

信州大学では、おおよそ2027年春頃を目途に大面積リアクターの設置を完了し、水素発生やリアクターの改良に向けた実証実験をスタートさせることを予定している。現在（2026年5月末時点）は、用地の舗装工事が終了し、試作型の架台の設



図8 エス・バードに設置された大型リアクター用架台

置を開始している（図8）。そして、2026年夏頃から、試作型リアクターを用いて試験運転を行い、その後に本格的な大面積化を達成していく予定である。

これに伴い、南信州地域のさまざまな自治体・企業等と、内陸部における水素利活用および地産地消に向けた構想が進められている。南信州地域における水素の活用アイデアにはさまざまなものがあるが、地産地消型エネルギーであること・水素が長期貯蔵性に優れることを生かし、災害時の非常電源確保等による事業継続計画（Business Continuity Plan：BCP）対応、地域のモビリティや製造業等のゼロカーボン化等への活用などは、現実的な活用方策であると考えられる。また、南信州地域では以前から太陽光発電等のグリーンエネルギーの利活用が盛んな地域であることから、例えば太陽光発電の余剰電力等を使って水素を製造し、その水素を貯蔵しておくことで、地域産のグリーンエネルギーを地域内で無駄なく活用できる。こうしたセクターカップリングを進めることも、非常に興味深いアイデアである。そうした取り組みにはもちろん信州大学の水素も活用いただき、「そこに水素があること」を求心力とした企業等の実証の場・次世代人材育成の場を提供していくことも考えられる。このように、水素のみならずその他のグリーンエネルギーを組み合わせる形で地産地消モデルづくりを進めることにより、地域経済のレジリエンスを高め、人材交流の活性化につながるさまざまな可能性が生まれるだろう。

こうした活動を地域内で展開していくうえで、

最も重要なのは「人」である。水素の取り扱い技術を持った専門人材もさることながら、地域内で水素利活用に向けた先駆けとなるモデル事例をさまざまな分野で創出していくためには、それに向けたアイデアを出し合う場や、アイデア実行の主体者など、官民による協力体制の構築が不可欠と考える。そうした場を整備するため、南信州地域では今年中に「南信州水素コンソーシアム（仮称）」を設立する予定とのことである [5]。今後は、これらのコンソーシアムを中心に、水素をどのように活用するのか・どのようなビジネスを作り上げていくのかなどの具体的な議論が行われ、地域内での水素利活用を目指す取り組みが進展していくことを期待している。

また、エス・バードが所在する飯田市では、2025年12月に「飯田水素利活用ビジョン」を策定した [6]。ここには、南信州産の水素利活用に向けて、地域産業やモビリティのエネルギー代替や、グリーンプロパン等のサステナブル燃料等への展開、そして水素を起爆剤とした地域産業の活性化等、地域での水素利活用方策が具体的に記載されている。信州大学の技術を活用してエネルギーの地産地消やインフラ拡大を進め、地域内でのレジリエンスを高める取り組みを国内で先駆けて開始いただけることは、我々にとっても大変ありがたいことである。こうした地域のニーズにお応えしていくことも、地方大学の重要なミッションと考えている。

5. 今後の展望

信州大学では、南信州地域をフィールドとして、今後もさまざまな実証事件を進めていく予定である。今回は詳しく説明しなかったが、同じく我々が得意とする水浄化技術の実証実験等も本格的に開始されるなど、研究成果の社会実装に向けて、南信州のさまざまな自治体・企業・市民などを巻き込んだ取り組みが、今後さらに広がっていくと思われる。

このように、大学と地域が共同して地域課題を

収集し、先端技術をもってそれらを解決に導く取り組みを、我々は「実証タウン」として位置づけている（図9）。グリーン水素、水循環技術を中

心として今後も発展を続ける南信州地域における実証タウンの取り組みにご注目いただくとともに、多くの皆様からの温かいご支援を期待したい。

南信州地域における信州大学の水循環・グリーン水素技術の実証実験・社会実装を軸に、地域のゼロカーボン化や新産業創出を達成し、産学官が協働した豊かな地域づくりに貢献する

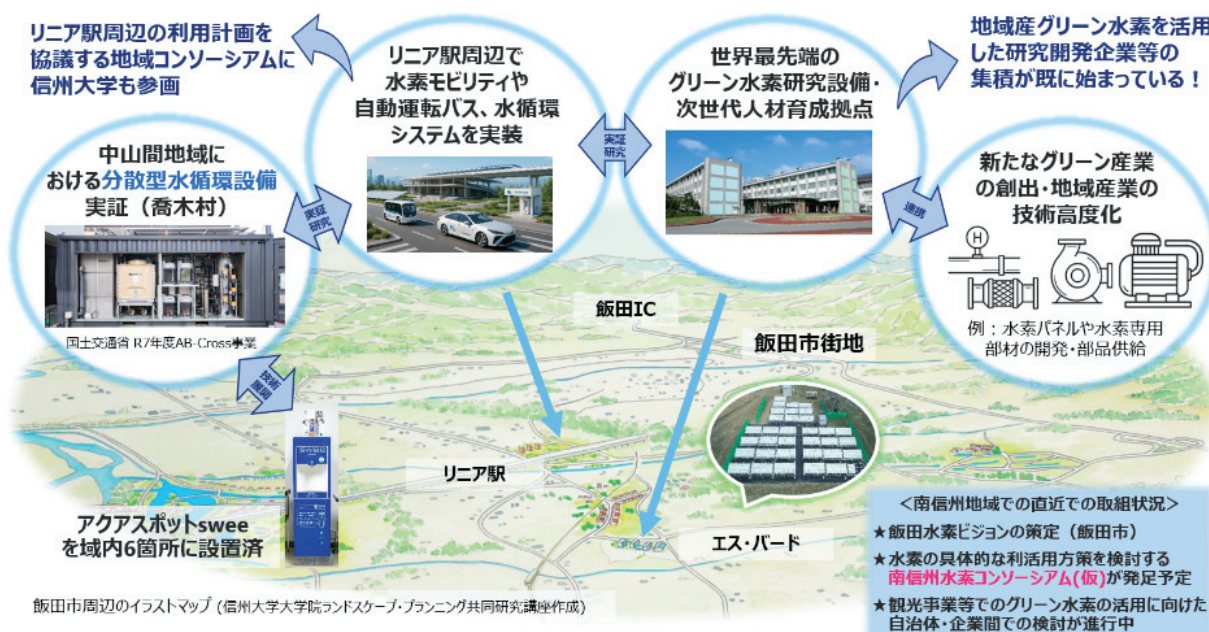


図9 南信州実証タウンにおける信州大学の取り組み

【参考文献】

- [1] 再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議「水素基本戦略」2023年
- [2] 資源エネルギー庁「太陽とCO2で化学品をつくる「人工光合成」、今どこまで進んでる？」
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/jinkoukougousei2021.html>
- [3] Nishiyama H, Yamada T, Nakabayashi M, Maehara Y, Yamaguchi M, Kuromiya Y, Nagatsuma Y, Tokudome H, Akiyama S, Watanabe T, Narushima R, Okunaka S, Shibata S, Takata T, Hisatomi T, Domen K. Photocatalytic solar hydrogen production from water on a 100-m2 scale. Nature 598: 304-307 (2021)
- [4] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術研究（人工光合成PJ）成果報告会資料」2022年
https://www.nedo.go.jp/events/report/ZZEF_100017.html
- [5] 飯田市「地域経済活性化プログラム2026」
2026年
- [6] 飯田市「飯田水素利活用ビジョン」2025年

【パネルディスカッション】

リニアとグリーン水素による未来の街づくり・地域づくり

1. 基調講演 未来に向けた「環境」のまちづくり ～環境文化都市いいだの新たな挑戦～

(飯田市長 佐藤 健 氏)

パネルディスカッションに先立ち、リニア中央新幹線とグリーン水素による地域発展を飯田市としてどのように捉えているか、佐藤健市長からご講演をいただいた。佐藤健市長は、信州大学による人工光合成技術の社会実装に向けた研究開発の目標年次と、リニアの開業がともに2035年前後を大きな節目としている点に注目し、この10年という時間をどのように使うかが南信州地域としての一つのテーマであると述べた。そのうえで、飯田市の環境に対するこれまでの取り組みと、リニア・水素を活用した地域波及を以下のように展望いただいた。

1-1 「環境文化都市」飯田市のこれまでの取り組み

飯田市では、1996年に「環境文化都市」を市の将来像として掲げた。これは、環境が市民の文化といえるほどに市民の意識を高めようという取り組みであり、本年は30周年の節目にあたる。飯田市ではこれまでも、ゴミ袋・レジ袋の有料化や、環境にやさしく災害に強いラウンドアバウト交差点の整備を進めるとともに、太陽光発電の導入補助金設立や公共施設での導入促進など、環境にやさしい取り組みを推進してきた。また、県内でも比較的温暖で日照時間にも優れる南信州地域の特色を生かし、太陽光発電の拡大をメインストリームに据え、再生可能エネルギーの活用にも取り組んできた。こうした取り組みが評価され、内閣府からは「環境モデル都市（2009年）」、環境省からは「脱炭素先行地域（2022年）」にそれぞれ認定された。

1-2 飯田市における水素の利活用

水素については、脱炭素社会の実現に不可欠なエネルギーであると認識しながらも、内陸部での製造や利用の難しさから、飯田市としての導入には慎重な姿勢が取られてきた。しかし、信州大学の人工光合成技術によって内陸部でも水素生産が可能となる見通しが示されたことで、南信州地域でも水素活用への期待が高まっている。また、信州大学の水素を活用して、内陸部におけるグリーンプロパンを合成できる技術の実用化も非常に期待している。地域で広く利用されているプロパンガスをグリーンプロパンへ転換できれば、新たなインフラ整備を最小限に抑えながら脱炭素化を進められるため、住民生活や地域経済にも大きなメリットとなる。

こうした背景のもと、飯田市は2025年に「飯田水素利活用ビジョン」を策定した。このビジョンでは、水素の活用によるエネルギーの外部依存や価格変動リスクの低減、熱源転換を通じた脱炭素化と産業振興の両立、さらにはリニア駅周辺を環境技術交流の拠点として発展させることを目標としている。

今後はビジョン実現に向け、産学官連携によるコンソーシアムの設立や人材育成を進め、地域全体で水素活用の機運を高めていく方針である。最後に佐藤氏は、環境対応と経済発展をトレードオフではなく両立可能なものと捉え、飯田市を「環境でメシが食えるまち」として発展させていくとした。

2. パネルディスカッション

コーディネーター 愛知大学三遠南信地域連携研究センター長 戸田 敏行 氏
 パネリスト 飯田市長 佐藤 健 氏
 多摩川精機株式会社 代表取締役社長 松尾 忠則 氏
 旭松食品株式会社 常務取締役 村澤 久司 氏
 長野県産業労働部産業政策課 企画幹 足立 昌洋 氏
 愛知県経済産業局 水素社会・モビリティ推進監 都築 秀典 氏



パネルディスカッションの様子（左奥から、愛知県・都築氏、長野県・足立氏、旭松食品・村澤氏、多摩川精機・松尾氏、飯田市・佐藤氏、愛知大学・戸田氏（コーディネーター））

パネルディスカッションでは、リニア中央新幹線や三遠南信自動車道の開通を見据え、グリーンエネルギーを活用した産業振興とまちづくりの可能性について、自治体・地域産業関係者を交えて議論が行われた。以下にその概要を記載する。

2-1 グリーンエネルギーの活用と産業振興の課題について

パネリストからは、脱炭素化への対応は単なる環境対策ではなく、地域産業の持続性や競争力を左右する重要な課題であるとの認識が共有された。特に製造業や食品産業では、多くのエネルギーを必要とすることから、自立的かつクリーンなエネルギーをいかに確保していくかが重要との認識が

共有された。水素や、それを原料とするグリーンLPGなどの新たなエネルギー源にも期待が示された一方、コストや供給体制の確立、社会実装までの時間軸が大きな課題として挙げられた。そのため、地域の官民が連携して、地域内での水素活用に向けたロードマップを作り上げていくことが共有された。

信州大学が進める人工光合成技術は、内陸部でも水素を生産できる可能性を持つ革新的な技術として高く評価され、エネルギーの地産地消モデル構築への期待が寄せられた。行政側からも、水素活用を支援する制度や広域連携の必要性が示されるとともに、飯田市が全国に先駆けたモデル地域となることへの期待が語られた。

2-2 リニア・三遠南信自動車道などの高速交通網をまちづくり・地域づくりにどのように生かすか？

まちづくりの視点では、リニアや三遠南信自動車道による交通利便性向上を地域発展につなげるため、環境技術の実証拠点や人材育成拠点の形成が重要であるとの議論が交わされた。その観点において、南信州地域と信州大学が進める水素プロジェクトは、エネルギーの自給自足や防災力向上に加え、研究者や若者、企業を呼び込む磁力となり得るとの期待が寄せられた。

今後の実証プロジェクトを進めるうえで、産業のみが最新技術の恩恵を受けるのではなく、日常生活にいかに関水素を普及させ、それを地域の魅力として育てていくかが重要であるとの議論があった。今後の展望として、南信州地域における自然エネルギー、そしてここに住む人々のエネルギーを集めて発信するプロジェクト「南信州プライド」を創出し、環境と産業、教育を結び付けた地域づくりを進めるとの提案があった。討論を通じて、グリーン水素の活用は単なる技術導入にとどまらず、地域のレジリエンス向上や産業振興、人材育成、地域ブランドの確立を実現する重要なプロジェクトとして位置づけられた。