

やまなし水素・燃料電池バレー戦略工程表

2018年3月

山 梨 県

1. 総論	2
1.1. 水素・燃料電池を取り巻く現状	2
1.2. やまなし水素・燃料電池バレー戦略工程表の趣旨	7
1.3. 工程表の目標年度	8
2. 本県のポテンシャル	9
2.1. Academia～大学～	10
2.2. Government～行政～	11
2.3. Industry～産業～	14
3. 水素・燃料電池バレーの実現に向けたシナリオ	17
3.1. Innovation～山梨大学の技術シーズ等の活用～	18
3.2. Incubation～新たなアプリケーションの事業化～	19
3.3. Integration (Supply Chain) ～部品供給網の確立～	20
3.4. Invitation～企業・研究機関誘致～	21
4. アウトカム	22
5. 工程表の推進に向けた県の取り組み	24
6. 推進体制	26
7. フォローアップ	26
8. 工程表の位置付け	26

1. 総論

1.1. 水素・燃料電池を取り巻く現状

- 水素・燃料電池を利活用することで高いエネルギー効率を実現
- 水素は再生可能エネルギーから製造可能で、利用時に温室効果ガスを排出しない
- 日本のエネルギー政策・環境政策の切り札として国が普及を推進

水素・燃料電池を日常生活や産業活動で利活用する社会、つまり、水素を従来の化石燃料代替エネルギーとして利用し、燃料電池等により電気・熱エネルギーとして活用することが一般的である社会、すなわち「水素社会」が実現すると、大幅な省エネルギー、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減、産業振興・地域活性化に大きく貢献できる可能性がある。

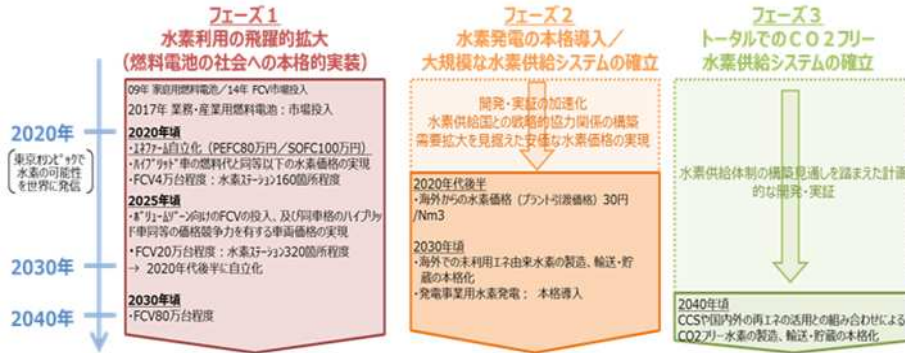
それは、電気化学反応から電気を直接取り出すため、発電効率が高く、また、反応時に生じる熱を有効利用することで非常に高い総合エネルギー効率を得ることが可能な燃料電池を従来の発電・熱利用システムに置換することで得られる省エネルギー効果の発揮、水素の製造は原料の代替性が高く、多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造できるため、例えば、エネルギー源を既存のルートに依らず安価に調達することや、国内の再生可能エネルギー由来の電力から製造することで、地政学的リスクの低減やエネルギー自給率向上に伴うエネルギーセキュリティの向上に貢献、燃料電池等の水素利活用技術は、利用段階では二酸化炭素（CO₂）を排出しないことから、水素の製造時に CO₂ を回収・貯留（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）する技術を組み合わせ、又は、再生可能エネルギーから水素を製造するといった水素の製造方法次第では、CO₂ 排出量を大幅に削減、燃料電池分野は日本が強い競争力を持ち、また、水素製造等については、再生可能エネルギー等の地域資源の活用等ができるからである。

1.1.1. 水素・燃料電池戦略ロードマップ

このような意義を持つ水素・燃料電池について、日本のエネルギー政策として「エネルギー基本計画（第四次）（2014年4月11日閣議決定）」において、「将来の二次エネルギーでは、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待される」とし、水素を本格的に利活用する「水素社会」の実現に向けた取り組みを加速するとした。また、「水素社会」の実現は、「水素利用製品や関連技術・設備を製造する事業者のみならず、インフラ関係事業者、石油や都市ガス、LPガスの供給を担う事業者なども巻き込みながら、国や自治体も新たな社会の担い手として能動的に関与していくことで初めて可能となる大事業である」と位置付けた上で、産学官の関係者からなる水素・燃料電池戦略協議会を立ち上げ、「水素・燃料電池戦略ロードマップ（2014年6月23日策定 2016年3月22日改訂）」をとりまとめた。これにより、水素社会の実現に向けた目標及び課題と必要な取り組みが時間軸上に示され、将来を見据え

た具体的な取り組みが、関係各者により推進されており、今後も進められていくものと考えられる。

図表 1 水素社会の実現に向けた道筋



[出典] 経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」

1.1.2. 地球温暖化対策計画

他方、環境政策として「地球温暖化対策計画（2016年5月13日閣議決定）」を策定し、2030年度に2013年度比で26%削減、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すこととしている。この目標の達成に向けては、「このような大幅な排出削減は、従来の取り組みの延長では実現が困難」としており「抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などによるイノベーションによる解決を最大限追求するとともに、国内投資を促し、国際競争力を高め」「世界全体での削減にも貢献していく」とされている。そのための主要な施策として、水素社会の実現が位置付けられている。

図表 2 各国のCO₂排出量削減目標

	日 (13年比)	米 (05年比)	加 (05年比)	独 (90年比)	仏 (90年比)
2030年	26%	26-28%	30%	40%	40%
2050年	80%	80%	80%	80-95%	75%

日本 50 年目標の基準年は未定

米の 05 年比 26-28%は 25 年目標

[出典] 経済産業省「第 10 回水素・燃料電池戦略協議会事務局提出資料」

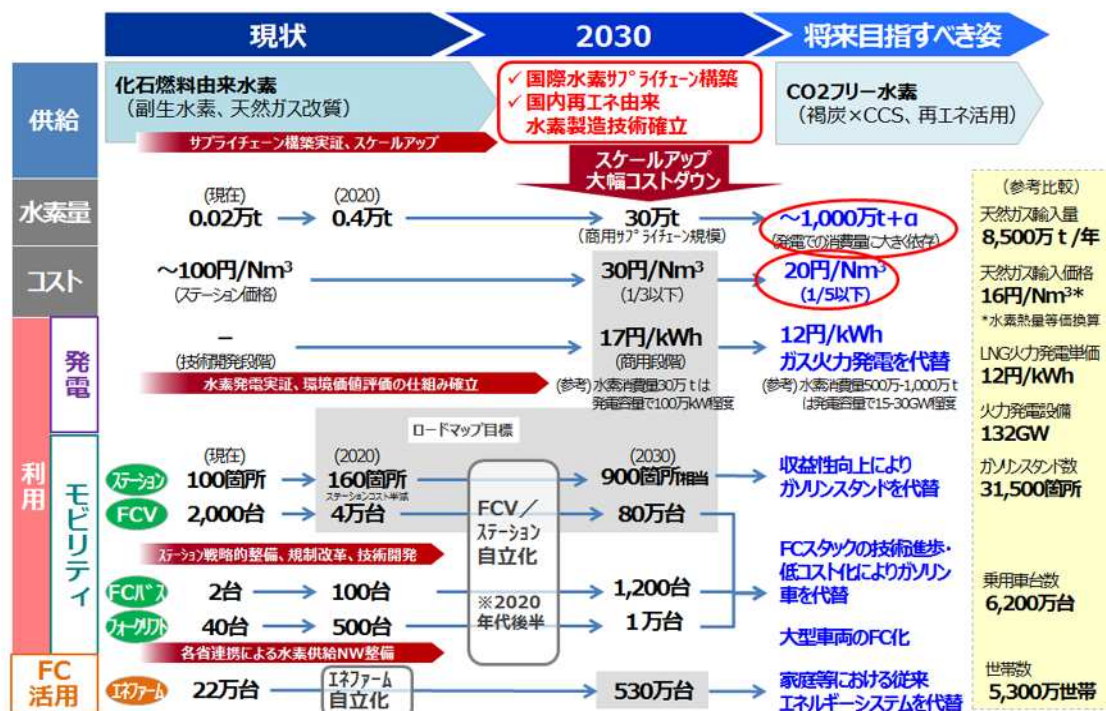
1.1.3. 水素基本戦略

このように、水素社会の実現は、国のエネルギー政策及び環境政策の一つとしてあげられているところであり、「水素エネルギーは、エネルギー安全保障と温暖化対策の切り札（第 193 回国

会における安倍内閣総理大臣施政方針演説)」として、その期待は大きく、2017年4月に開催された第1回「再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」においては、世界に先駆けて水素社会を実現するため、政府一体となって取り組みを進めるための基本戦略を年内に策定することとされ、同方針は「未来投資戦略2017」（2017年6月9日閣議決定）においても明記された。

これらの経緯を踏まえ、2017年12月に開催された第2回「再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」において、2050年を視野に入れ、将来目指すべき姿や目標として官民が共有すべき大きな方向性・ビジョンを示すものとして、「水素基本戦略」が策定され、エネルギー安全保障の確保と温室効果ガスの排出削減の課題を同時並行で解決するとともに、水素利用において世界をリードしていくため、国を挙げて水素利用に取り組み、世界に先駆けて水素社会を実現することとされている。

図表 3 水素基本戦略のシナリオ

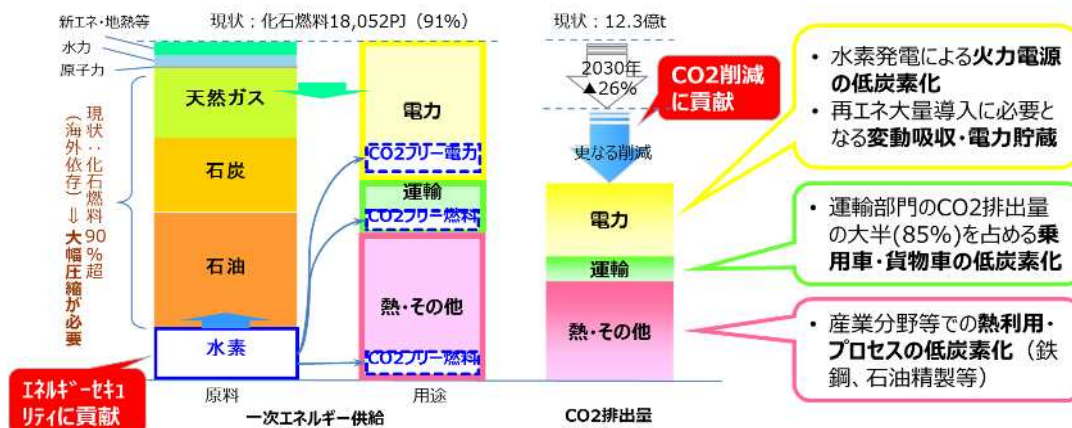


[出典] 経済産業省「水素基本戦略」

水素基本戦略において、水素は、再生可能エネルギーを含め多種多様なエネルギー源から製造し、貯蔵・運搬することができるため、国内外を問わず、あらゆる場所からの供給が可能であるため、海外に偏在する化石燃料に大きく依存した一次エネルギー供給構造を特定のエネルギー源に依存しない多様な構造に変革させることが期待され、さらに、水素の製造段階で CCS 技術や再生可能エネルギー技術を活用することで、トータルでも CO₂フリーのエネルギー源となり、また、天然ガスのように燃料として取り扱うことができ、水素から高効率に電気・熱を取り出す燃

料電池技術と組み合わせることで、電力、運輸のみならず、産業プロセスや熱利用等、様々な領域で究極的な低炭素化が可能であることなどから、一次エネルギー供給構造を多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段とされている。

図表 4 水素による一次エネルギー供給構造改革とCO₂排出削減



[出典] 経済産業省「第 10 回水素・燃料電池戦略協議会事務局提出資料」

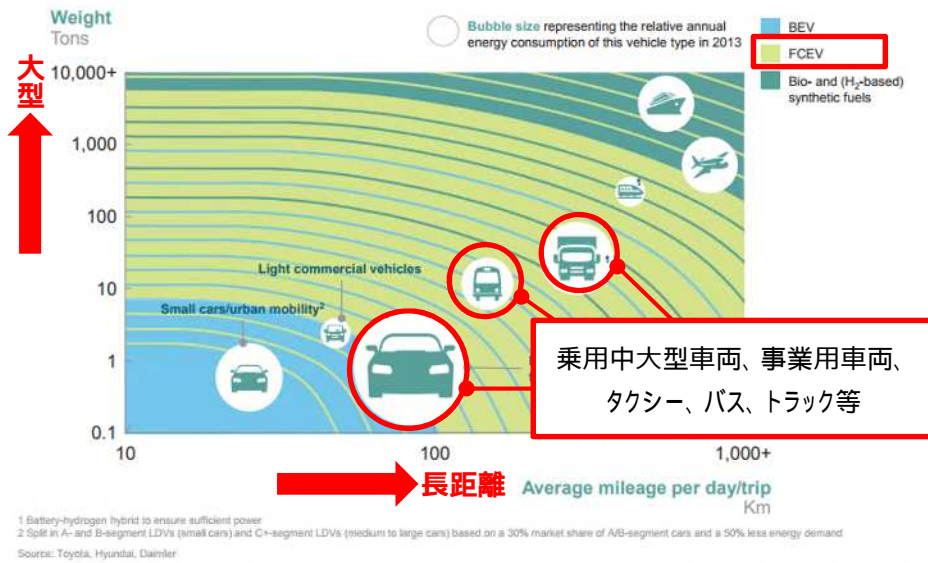
1.1.4. 市場動向

一方、産業界においても、水素を利用した新エネルギー移行に向けた共同のビジョンと、長期的な目標を提唱するため、エネルギー、運輸、製造業の世界的なリーディングカンパニーで構成する Hydrogen Council（水素協議会）が2017年1月に発足（2018年3月現在39社が参画）し、水素及び燃料電池の開発と商業化に関し、約1,700億円/年の投資を行い、さらに加速させていくこととしている。

国内では、2018年2月、水素ステーションの本格整備を目的とした新会社「日本水素ステーションネットワーク合同会社」が設立され、2018年3月時点で水素ステーション運営事業者・自動車メーカー・金融投資家等16社が参画するなど、燃料電池自動車（FCV）の普及拡大に不可欠な水素ステーションの整備を加速させる仕組みが具現化された。

なお、FCVと電気自動車（EV）の棲み分けについて、水素はリチウムイオン等の蓄電池に比べ単位重量/単位体積当たりのエネルギー密度が大きいため、排出ガスを一切出さない自動車である Zero Emission Vehicle（ZEV）においては、より大型・長距離向けのモビリティ範囲においてFCVが重要な役割を果たすとされている。

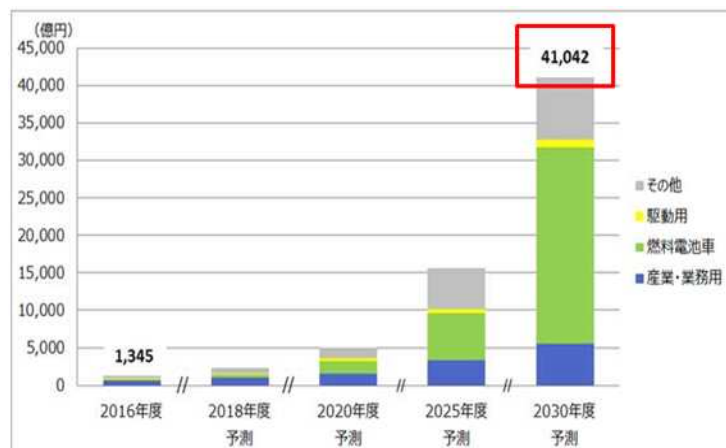
図表 5 FCVとEVの棲み分け



[出典] Hydrogen Council「How Hydrogen Empowers the Energy Transition(2017.1)」を一部加工

具体的な市場規模として、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では、例えば、FCV の普及目標として2020年4万台、2025年20万台、2030年80万台などの数値目標を掲げており、これは、日本経済の成長戦略を示した「日本再興戦略」にも位置付けられている。また、日本国内において、家庭用燃料電池（エネファーム）やFCVが世界に先駆けて普及しつつあり、燃料電池分野の市場が拡大し始めた段階であるが、今後の世界の燃料電池システムの市場規模は、2016年の1,345億円が2030年には4兆1,042億円に成長するとの試算もあり、今後の成長が期待される産業である。

図表 6 燃料電池関連市場の将来展望



[出典] 株式会社富士経済ウェブサイト (<https://www.fuji-keizai.co.jp/market/17119.html>)

1.2. やまなし水素・燃料電池バレー戦略工程表の趣旨

- エネルギー・環境問題に貢献する社会的意義が大きい産業分野
- 水素・燃料電池関連産業は今後成長が期待される産業
- 県内の競争力の高い技術シーズ・人的資源等の活用が可能



やまなし水素・燃料電池バレーの実現に向けた取り組みの方向性及び目標を示す

水素・燃料電池を取り巻く現状を産業振興の観点から捉えると、今後、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）で採択された「パリ協定」への対応など、「抜本的排出削減を可能とする革新的技術」の一つとして、社会的な要求が高まることが想定される新たな産業分野と考えられる。しかしながら、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」にもあるように、その実現には長期間を要し、様々な課題も想定される。したがって、社会的ニーズが高い一方で課題を抱える事項に対し、技術的、コスト的な解決策を生み出す技術等がこの分野に求められており、様々なビジネスチャンスが存在するものと考えられる。

本県には、過去から国家プロジェクト等により燃料電池に関する研究を進めてきた世界最高レベルの研究拠点である山梨大学燃料電池ナノ材料研究センターが存在するほか、近年では山梨県産業技術センター燃料電池評価室、一般社団法人水素供給利用技術協会（HySUT）水素技術センターの整備など研究開発拠点等の集積が進んでいる。これらは、水素・燃料電池の普及の鍵となる性能向上や低コスト化等に資する技術シーズの創出や材料又は製品の評価・実証など、企業における事業展開の基礎となるべき技術開発等に大きく寄与する拠点である。

2015年には、山梨県内の企業の水素・燃料電池関連分野への参入促進に向け、山梨大学が水素・燃料電池技術支援室を設置し、水素・燃料電池関連の研究成果を、地域産業界と強く連携して実用化展開を図ると同時に、豊富なノウハウと世界最高レベルの研究施設や設備を駆使して、県内企業への技術支援を推進するなど、水素・燃料電池関連産業に参入しやすい環境が整えられている。

今後、水素社会の実現に向けた取り組みの進展や、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会における水素エネルギーの利活用といった大きなトレンド、中部横断自動車道の開通やリニア中央新幹線の開業による本県における事業環境の変化、さらにはエネルギー及び環境的課題解決を抱える諸外国への事業展開の可能性も視野に捉え、水素・燃料電池関連産業の集積地「やまなし水素・燃料電池バレー」の実現に向けた道筋を「やまなし水素・燃料電池バレー戦略工程表」として定め、県内企業の水素・燃料電池関連分野への参入と同分野の企業誘致を促進する。

1.3. 工程表の目標年度

本工程表は、「水素基本戦略」において、FCV 及びエネファーム等の普及目標が定められている 2030 年を目標年度とし、水素・燃料電池関連研究開発拠点等が集積しているという現時点での本県の優位性を活かし、水素・燃料電池関連産業が群として存在し、地域経済を牽引する将来を目指して、産学官が連携して進める取り組みと目標を示すものとして策定する。

なお、今後の国の政策の動向や、技術開発の進展、社会経済情勢の変化等を踏まえ、必要に応じて本工程表を見直すものとする。

2. 本県のポテンシャル

- 研究機関・実証拠点の集積
- 水素・燃料電池関連メーカー等を含めた産学官連携ネットワーク
- 水素・燃料電池関連産業との親和性の高い企業群

本県では、山梨大学において燃料電池関連研究開発が40年以上にわたり実施されてきており、2008年には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）の研究開発プロジェクトにより、燃料電池ナノ材料研究センターが設立され、大手材料メーカーなど産業界と緊密に連携した研究開発が進められている。

エネファームが発売された2009年には、産業界、大学・研究機関、行政が連携して、燃料電池に関連する研究開発、産業の集積・育成を促進し、低炭素社会の構築を推進することを目的に「山梨燃料電池実用化推進会議（2016年に「山梨燃料電池産業化推進会議」へ発展的に改組）」を全国に先駆けて山梨県が設立し、県内外の関係者と産学官連携ネットワークが構築されている。

FCVが発売された翌年の2015年には、山梨大学、やまなし産業支援機構、山梨県の3者で「やまなし水素・燃料電池ネットワーク協議会」を設立し、産業界で燃料電池システム等の開発経験を有する専門人材を配置するなど、県内企業の技術支援体制を構築するとともに、緊密に連携して関連産業の集積・育成に向けた取り組みを実施している。

さらに2016年以降、山梨県産業技術センター燃料電池評価室、HySUT水素技術センターなどの評価・実証拠点の集積も進展してきており、これらの組織や施設が、人的資源と物的資源の両面において、相互に連携することで、相乗効果が生まれ、水素・燃料電池関連産業の集積・育成に向けた取り組みを面的かつ重層的に支えられる点が本県における優位性となっている。

図表 7 県内に集積する研究開発拠点等



2.1. Academia～大学～

2.1.1. 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター／クリーンエネルギー研究センター

山梨大学は、1978年に工学部の付属として世界初の燃料電池実験施設（2001年にクリーンエネルギー研究センターへ改組拡充）を設置し、長きにわたり世界最高レベルの燃料電池に関する研究開発拠点としての役割を果たし続けている。

燃料電池の産業化を目前に控えた2008年からは、NEDOの燃料電池研究開発プロジェクトにより、「HiPer-FCプロジェクト」として、燃料電池ナノ材料研究センターを設置し、燃料電池の劣化機構の解明や、高活性・高耐久性の電極触媒の開発、高温範囲・低加湿対応の電解質膜の開発、膜／電極接合体（MEA）の高性能・高信頼性化等に取り組んだ。これらは、燃料電池において発電を行う核心的部分であり、当該部分の技術的知見は、燃料電池及び燃料電池関連製品の製造には欠かせないものである。

2015年からは、同じくNEDOプロジェクトにより、「SPer-FCプロジェクト」として、新規の電極触媒・電解質膜の材料コンセプトの創出等を図り、高効率・高耐久・低コストな燃料電池の実現に不可欠な基盤技術の研究開発を進めており、2025年頃に市場投入される製品での当該研究開発の成果の活用を目指している。

これまでの研究開発において、山梨大学が世界で初めて発見した合金による触媒効果とそのメカニズムについての研究成果は、PtRu（白金ルテニウム）合金触媒やPtCo（白金コバルト）合金触媒としてエネファームやFCVに応用されており、燃料電池の産業化に大きく貢献したところである。

なお、山梨大学の水素・燃料電池関連特許は保有件数73件〔2016年11月時点〕にのぼり、また燃料電池関連論文の平均被引用数も国内第1位〔2005年～2012年〕である。

また、グリーンエネルギー変換工学特別教育プログラムは、文部科学省の博士課程教育リーダーシッププログラムに採択され、産学官が理念を共有した教育体制により、水素・燃料電池関連産業においてグローバルに活躍できるリーダーとなり得る人材を育成し、産業界に輩出している。

山梨大学の研究開発は、緊密な産学連携体制のもとに、産業界において実現可能性のあるプロセス技術の検討も進められていることから、産業界への技術移転を迅速に進めることが可能であり、今後、燃料電池の普及拡大に伴う産業活動の中で、これらの研究成果はますますニーズが高くなっていくものと考えられる。

研究開発成果を産業界に移転するための取り組みとして、燃料電池ナノ材料研究センター内に共同研究室を設け、水素・燃料電池関連製品の開発等に向けた民間企業との共同研究を実施しており、2018年3月現在、燃料電池システムメーカー1社、水素ステーション機器メーカー1社、県内企業3社が入居している。

図表 8 山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター



[写真提供] 山梨大学

2.1.2. 山梨大学水素・燃料電池技術支援室

山梨大学は、県内企業の水素・燃料電池関連分野への参入を支援し加速させるため、2015年6月に山梨大学研究推進・社会連携機構に「水素・燃料電池技術支援室」を新設するとともに、民間企業で燃料電池の開発に携わった経験を有する専門人材を配置し、研究成果の技術移転の推進に取り組んでいる。

同室を中心として、山梨大学がこれまで進めてきた NEDO プロジェクトなどの水素・燃料電池関連の研究成果を、地域産業界と強く連携して実用化展開を図ると同時に、豊富なノウハウと世界最高レベルの研究施設や設備を駆使して、県内企業への技術移転及び技術支援を積極的に実施している。

また、やまなし水素・燃料電池ネットワーク協議会において、情報共有を図るなかで、産学官で連携して水素・燃料電池関連産業の集積・育成に向けた取り組みを進めている。

本県において、山梨大学の技術シーズを活用した水素・燃料電池関連製品の開発・事業化を促すための技術移転と蓄積されたノウハウを活用した技術支援、人材育成、さらには水素・燃料電池関連メーカーとのネットワークなど、水素・燃料電池関連産業への参入促進のための中核拠点として、山梨大学が大きな役割を担っている。

2.2. Government～行政～

2.2.1. 山梨県産業技術センター

2015年度から5年間の計画で、NEDO プロジェクト「固体高分子型燃料電池利用高度化技術開発事業（普及拡大化基盤技術開発 / 触媒・電解質・MEA 内部現象の高度に連成した解析、セル評価）」の一部の委託を受け、発電評価装置、MEA 作製装置、分析・解析装置等の設備を導入し、燃料電池セルの性能・耐久性を評価している。

燃料電池のコスト削減などの要求に応える燃料電池の新規材料開発をこれまで以上に加速させるためには、開発された材料の性能・耐久性を実使用環境下での条件などで評価することが求められている。大量普及期の実使用条件を反映した評価技術で、燃料電池セルについて性能・耐久性を評価し、結果を解析することで、セルや構成材料の改良を進めるための課題や指針を開発者に提供することを目的としている。

燃料電池の性能を客観的に評価することは、技術開発成果の相互比較を可能にし、また、評価結果により客観的に性能・耐久性や解決すべき課題などを把握することができるため、開発者にフィードバックすることで開発期間の短縮などの効果が期待できる。

一方、客観的な評価を適正に行うには、必要な評価装置を適切に運用し、得られたデータを分析するなど、ノウハウが必要であり、本事業を通して、山梨県産業技術センターに当該ノウハウを蓄積することが可能である。

評価ノウハウの蓄積により、将来的に燃料電池メーカー等が評価を求める場合には本センターにおいて対応が可能なことはもとより、燃料電池に関連する周辺機器の開発を行う場合にも、これらのノウハウを活用した支援を実施することができる。

将来的には国内のみならず、海外の研究機関や燃料電池メーカーからの性能・耐久性評価なども取り込むことにより、世界の燃料電池技術の蓄積と技術情報の集約・発信が可能となる。こうした取り組みにより、この分野での本県の国際的な知名度が高まるとともに、燃料電池の支援拠点が形成されることも期待され、水素・燃料電池関連産業の競争力の維持・向上に貢献することが可能となる。

図表 9 山梨県産業技術センター内 燃料電池評価室



2.2.2. 米倉山電力貯蔵技術研究サイト（ゆめソーラー館やまなし）

山梨県企業局では、再生可能エネルギーの普及促進に貢献し、自立・分散型エネルギー社会の構築に向けた取り組みを推進するため、米倉山電力貯蔵技術研究サイトにおいて、

気象条件によって変動する太陽光発電など再生可能エネルギーの送電量を平準化させる蓄電システムの実証研究を実施している。

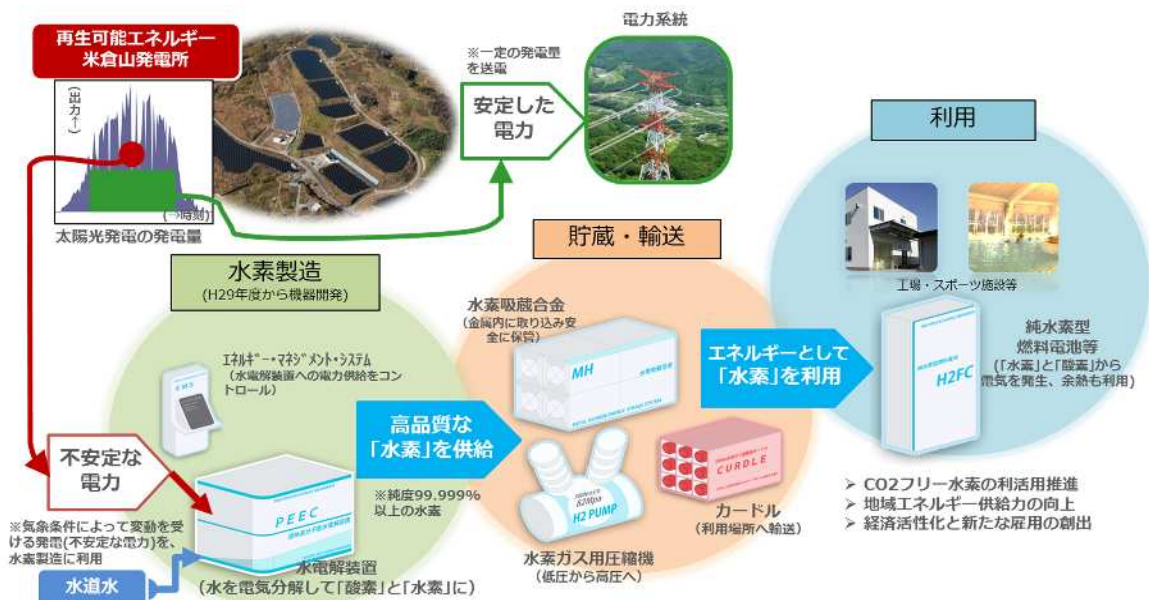
再生可能エネルギーの電力により水素を製造し、貯蔵・利用する Power-to-Gas (P2G) システムは、長期間の貯蔵や輸送が可能な水素の特性を活かし、天候や季節によって大きく変動する太陽光発電に対して、その不安定な電力を水素製造で吸収し、電力網の供給余力と発電サイドの需給調整力を創出するとともに、CO₂フリーの水素を製造・貯蔵・利用することによる地域のエネルギー供給力の向上と低炭素化を実現するシステムとして期待されている。

このため、米倉山太陽光発電所で発電される電力の不安定部分により、年間 45 万 Nm³ (2020 年度計画値) の水素を製造・貯蔵・利用する P2G システムの確立を目指し、NEDO「水素社会構築技術開発事業」の委託を受け、実証研究を進めている。

本実証研究は、県内研究機関等とも連携して実施する計画であり、実際に水素を用いて、県内企業が開発した材料又は部品や製品の評価・実証ができる拠点となりうる。

さらに、将来的には、県内における水素の供給拠点として、CO₂フリー水素のサプライチェーンが構築されることにより、CO₂フリー水素の利活用拡大のみならず、地域のエネルギー自給率の向上や再生可能エネルギーを中心とした分散型エネルギーシステムの確立に資するとともに、燃料電池関連製品の普及の足かせとなっている水素の供給方法という課題の解決に貢献し、県内企業の製品開発等の加速につながることが期待される。

図表 10 米倉山電力貯蔵技術研究サイトにおける Power-to-Gas システムの概要



2.3. Industry～産業～

2.3.1. HySUT 水素技術センター

FCVの普及に不可欠なインフラである水素ステーションの整備拡大に向けては、整備・運営コストの低減や、安全性向上に向けた不断の取り組みが必要とされており、それらに必要な技術開発を推進し、商用水素ステーションに実装していくためには、実環境下での実証試験が必要である。

そのため、HySUTが、NEDO「水素利用技術研究開発事業（水素ステーション安全基盤整備に関する研究開発）」により、水素技術センターを整備し、水素ステーション全体または部品・構成機器の一層の安全に資する技術開発、水素ステーションの運転・管理手法の更なる高度化を図る技術開発等を行っている。

具体的には、水素ステーションの運用実環境下での試験・評価等が可能な水素技術センターを米倉山県有地（甲府市下向山町）内に整備し、開発品や充填プロトコル等の実使用環境下における実証、セルフ対応関連技術の実証、水素・燃料電池戦略ロードマップに目標として定められている将来的な水素ステーション整備コスト2億円程度の実現に資する低コスト化技術の安全性検討、及び水素ステーションの運営等に係る人材育成等を実施している。

水素技術センターは、将来的には県内企業が開発した部品等の評価や実証の受け入れも可能になるものと期待され、また、水素ステーション機器メーカー等の開発品の実証等を行うことによってノウハウ等が蓄積されることから、水素ステーション分野への参入を目指す企業の技術支援拠点となることが期待される。

図表 11 水素技術センター

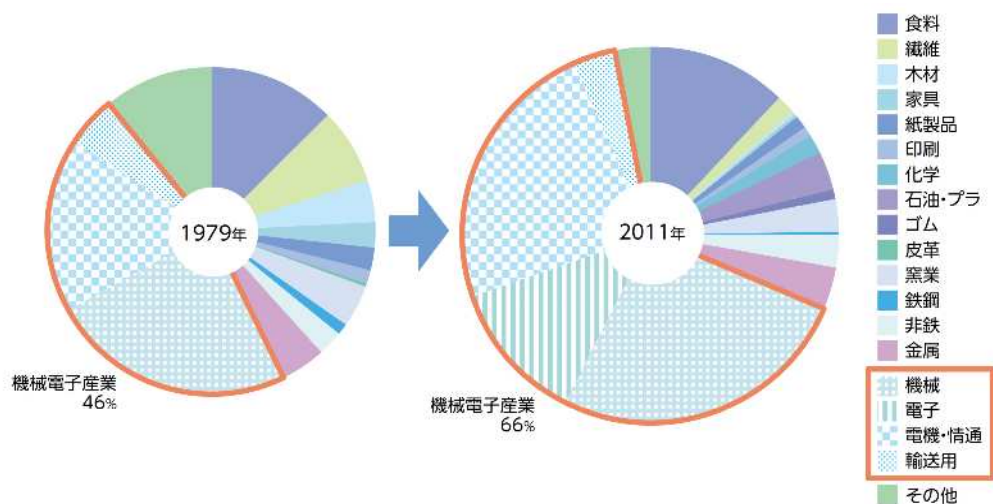


[写真提供] HySUT

2.3.2. 県内企業のポテンシャル

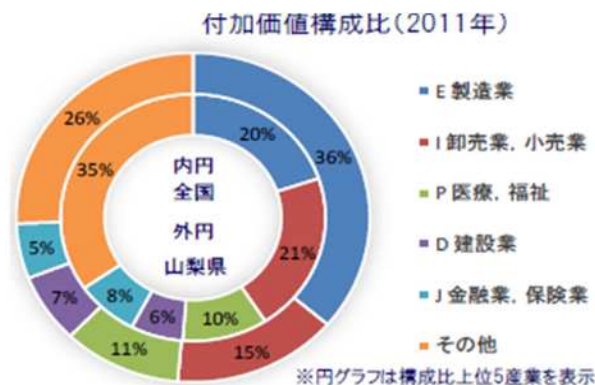
本県では、機械電子産業¹が製造業の中心となっており、製造品出荷額等全体に占める割合は1979年の46%から2011年には66%まで拡大している。

図表 12 産業別製造品出荷額等の割合の変化



付加価値構成比（2011年時点）では、上位から製造業（5,644億円〔構成比36.2%〕）、卸売業・小売業（2,360億円〔15.2%〕）、医療・福祉（1,690億円〔10.8%〕）となっており、全国と比較しても製造業の構成比が大きい。製造業の中では、電気機械器具製造業が付加価値構成比で21%を占めている。その他、労働生産性、域外収支、賃金水準のデータからも製造業の重要度が高い。

図表 13 県内産業の付加価値構成比



[出典] 経済産業省「山梨県の経済分析」

¹ 日本標準産業分類における中分類のうち、はん用機械器具、生産用機械器具、業務用機械器具、電子部品・デバイス・電子回路、電気機械器具、情報通信機械器具及び輸送用機械器具の製造業で構成される産業分野を総称したものの

県内製造業の持続的発展のためには、今後成長が見込まれ、高い付加価値が期待される分野への参入が必要であり、今後の市場動向を捉えつつ、競争力の高い分野に参入を図ることで、市場のなかで確固たる地位を築くことが期待される。

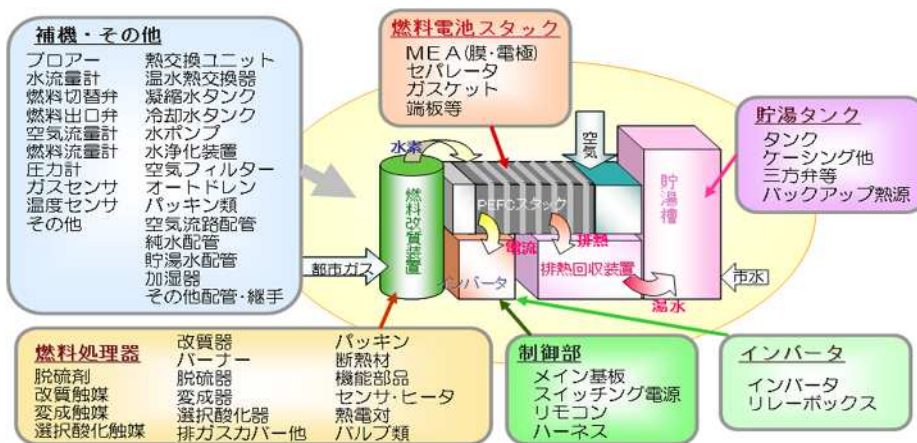
水素・燃料電池関連産業分野は、前述のとおり、本県において技術的な優位性を有していること、今後の高い成長が見込まれること、また、普及が進むことにより地球環境の保全にも貢献することから、産業としてのポテンシャルが高い。

競争力の源泉となる燃料電池の電極触媒や電解質膜などのコア技術は、世界トップレベルの研究開発による技術シーズが山梨大学に蓄積されており、また、燃料電池スタックを構成する金属や樹脂部品に求められる精密な加工技術や高精度を要求される製造装置は、本県の中小ものづくり企業が得意とする分野である。

さらに、エネファームの例を図表 14 に示すとおり、燃料電池システムは多くの機器・部材で構成され、本県製造業の主要製品の一つである電子部品・デバイス・電子回路が部品として用いられるほか、システムを制御するための組み込みソフトウェア、製造装置・検査装置等、様々な業種・企業への波及効果を有する産業分野である。

山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター及び水素・燃料電池技術支援室を核とした産学官連携によって、競争力の高い燃料電池関連製品を開発し、国内外に事業展開することにより、地域の「稼ぐ力」の向上と地域経済の好循環が期待される。

図表 14 エネファームを構成する主な機器・部材

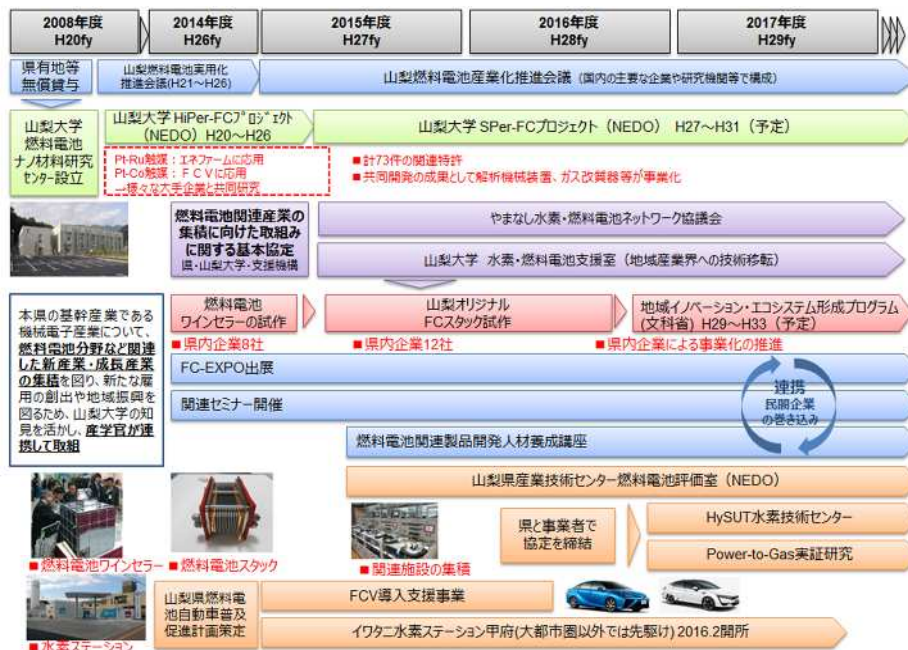


[出典] 経済産業省「第 2 回水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ」

3. 水素・燃料電池バレーの実現に向けたシナリオ

本県は、これまで水素・燃料電池関連産業の集積・育成に全国に先駆けて取り組んできた結果、水素・燃料電池関連分野で活動する企業が増加するとともに、研究開発機関等の集積が進展してきている。

図表 15 これまでの取り組みと成果



現在、FCV 及び定置用燃料電池などの燃料電池関連製品（アプリケーション）が市場投入され、今後の成長産業としても位置付けられているなか、本県において水素・燃料電池関連産業の集積・育成を促進するためには、ビジネスチャンスを着実に捉え、取り組みを強化・加速させる必要がある。

山梨大学燃料電池ナノ材料研究センターをはじめとする研究開発拠点の集積といった本県の強みを最大限に活かし、また関係機関・施設の連携を緊密にし、将来的に評価・実証機能をサービスとして提供するリビングラボ機能への発展を見据えるとともに、県内企業のポテンシャルが発揮される競争力の高い水素・燃料電池関連産業の振興を図るため、次の4つを柱（4I）に各種の取り組みを進め、水素・燃料電池関連産業の集積地「やまなし水素・燃料電池バレー」の実現を目指す。

- Innovation < 山梨大学の技術シーズ等を活用した燃料電池スタック等の開発 >
- Incubation < 燃料電池を活用した新たなアプリケーションの事業化 >
- Integration < 燃料電池自動車・家庭用燃料電池等への部品供給網の確立 >
- Invitation < 企業・研究機関等の誘致による産業基盤強化 >

3.1. Innovation～山梨大学の技術シーズ等の活用～

山梨大学は、燃料電池の主たる構成材料である電極触媒、電解質膜の研究開発において世界最高レベルの研究開発拠点である。その研究開発は、基礎研究における成果を上げるだけに留まらず、材料メーカーと共同でのプロセス技術の開発や開発した材料で MEA を作製して性能や耐久性を評価するなど、産業化に近いレベルまで取り組んでいることが特徴である。

これらの技術は、燃料電池のみならず、水電解装置や電気化学式水素昇圧装置といった水素社会を支えるキーデバイスに活用が可能である。

さらには、燃料電池スタックにおいて MEA 以外の部分に関しては、金属または樹脂部品が用いられており、燃料となる水素を漏らさないための精密加工技術、組立、検査等を含め県内企業が強みを有している分野である。

具体的な取り組みとして、山梨大学と山梨県が連名で申請した「水素社会に向けた『やまなし燃料電池バレー』の創成」事業が文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」に採択され、電極触媒・担体・電解質材料、ガス拡散層（GDL）一体型金属セパレータ、触媒層付き電解質膜の製造など、山梨大学と地域に蓄積された燃料電池技術の強みをさら発展させ、新たな燃料電池スタック及びシステムを創出するとともに、FCV 等への展開を目指している。

現在、汎用の燃料電池スタックを供給する事業者は、国内には存在せず、海外においても数が限られている。他方、燃料電池を活用したアプリケーションについては、ポータブル/バックアップ電源、補助電源、鉄道、船舶など様々なものが検討されており、山梨大学が持つ高性能・高耐久・低コストの燃料電池技術を活用した燃料電池スタックの開発には、事業化の大きな可能性が秘められている。

このため、山梨大学と共同研究を行っている県内企業を核に、システムメーカーを満足させる性能・コストで山梨オリジナルの燃料電池スタックを開発・製品化し、国内外に販路開拓を行い、家庭用並びに業務・産業用燃料電池及び FCV 以外の分野における世界市場の獲得を目指す。

図表 16 水素社会に向けた「やまなし燃料電池バレー」の創成事業の概要



[出典] 山梨大学

3.2. Incubation～新たなアプリケーションの事業化～

現在、水素・燃料電池システムメーカーは大企業中心であるが、水素社会の進展に伴い、中小企業やベンチャー企業を中心とした新たなプレイヤーが出てくることが想定され、すでに海外においては、ベンチャー企業が燃料電池レンジエクステンダーEV、燃料電池ドローンなど、燃料電池を活用した新たな製品で市場を切り開いている。これらは大手企業が取り組んでいないニッチな分野であるが、ベンチャー企業にとっては魅力のある市場であり、今後、大きな市場に発展する可能性を秘めている。

エンジンまたはバッテリーで駆動する製品は、すべて燃料電池で代替できる可能性があり、また、環境性・静音性・長時間駆動など燃料電池の優位性を活かすことにより、様々な燃料電池関連製品が産み出される可能性がある。県内においても、新たなアプリケーション開発に取り組んでいる企業も出てきているものの、燃料電池を活用した多様なアプリケーションの開発・事業化に取り組むことで、新たな市場を切り開く可能性が高くなる。

県内中小ものづくり企業は大半が大手企業の下請けで、部品加工や半製品の製造が主体であり、自社ブランドの最終製品を持っている企業は非常に少なく、本県が自他共に認める水素・燃料電池バレーになるためには、地域を象徴する最終製品が必要で、付加価値の高い最終製品を県内企業が生産することが欠かせない。

3.1.の「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」の取り組みと並行し、様々なプレイヤーを巻き込んで、新たな燃料電池アプリケーションのビジネスモデルや製品コンセプトの検討等を行い、事業展開が見込まれる燃料電池アプリケーションごとに必要な技術を持つ県内企業を発掘するとともに、国内外のステークホルダーと連携して開発を進め、グローバルニッチトップを目指す。

水素・燃料電池関連産業に参入するためには、業界の動向を踏まえ、市場性や採算性など、事業化可能性について判断し、製造側の技術水準なども勘案する中で、具体的な設計、試作品開発、性能評価等を行うための高度で専門的な知識やネットワークが必要である。

このため、県内企業の技術者等を対象とした「燃料電池関連製品開発人材養成講座」を山梨大学に開設し、設計開発技術者の養成を行うとともに、本県に集積している研究開発拠点等と連携し、水素・燃料電池システムに係る人材育成、研究開発、実証試験まで一貫支援体制の構築を目指す。

特に交通の便が飛躍的に向上するリニア駅周辺には、「企業を誘導するためのインキュベーション施設や、駅近郊に集積する関連企業と連携する研究施設などを整備（リニア環境未来都市整備方針）」する方針であることから、研究開発拠点の誘致を図るとともに、産み出される研究成果を競争力の源泉とし、県内中小ものづくり企業等と連携した新技術・新製品の開発や起業・創業を促進する。

3.3. Integration (Supply Chain) ～部品供給網の確立～

水素・燃料電池関連分野への参入においては、燃料電池への水素や空気の供給、排水の制御など新たに高度な制御技術、また、多様なノウハウを含む高度な製造技術が求められる。

本県製造業においては、主要製品の一つである電子部品・デバイス・電子回路等の供給や、金属・樹脂加工に求められる精密微細加工技術等による参入、また、半導体やフラットパネルディスプレイ（FPD）製造装置で培った技術力を活かした燃料電池の製造装置への参入が可能であり、すでに参入を果たしている企業も存在している。

水素・燃料電池関連の分野・製品別に求められる技術や部材が異なることから、技術開発の動向、システムや部品の課題等の最新情報を収集するとともに、自社技術の展開・応用を検討し、システムメーカー等の求める要求に応える提案をしていく必要があり、また、採用時期等に制約がある場合があることから、参入について現時点から戦略的に取り組んでいく。

今後、県内企業が参入可能な分野として、図表 17 に示すようなものが挙げられる。

図表 17 関連分野・製品別の新製品、部品・加工、製造装置参入イメージ

関連分野・製品	ターゲット分野など	市場見通 (水素・燃料電池戦略ロードマップ目標等)
エネファーム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2年に1回程度モデルチェンジ ✓ サプライヤーの選定は、発売2年程度前 ✓ 低圧力の空気・燃料・水を精度よく制御する機器及びセンサー・機器部品のモジュール化技術がターゲット分野 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年140万台 ● 2030年530万台
F C V	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5年に1回程度モデルチェンジ ✓ サプライヤーの選定は、発売3年程度前 ✓ 水素供給系を含むF Cシステム部品の他、電動化、電子制御化部品がターゲット分野 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年4万台程度 ● 2025年20万台程度 ● 2030年80万台程度
水素ステーション	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2～3年に1回程度モデルチェンジ ✓ サプライヤーの選定は、発売2～3年程度前 ✓ 超高压水素への対応が必要なバルブ等の部品、配管の溶接・曲げ加工、常圧部の各設備がターゲット分野 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年度160箇所 ● 2025年度320箇所 (2030年度900基)
製造装置・検査装置等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入機器の選定は、次期モデル生産開始の1～4年程度前 ✓ セルスタックの生産性を向上させ大量生産が可能な製造装置・検査装置等がターゲット分野 	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料電池を短タクトで大量生産可能な新たな製造プロセス技術や品質管理技術の確立、導入が不可欠【NEDO固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業基本計画】

これらに対応するため、やまなし水素・燃料電池ネットワーク協議会の活動のなかで、国内外の市場動向や研究開発動向を把握し、研究機関等の技術シーズやメーカー等のニーズに対応可能なポテンシャルを有する県内企業を抽出したポテンシャルマップを充実させ、水素・燃料電池関連メーカーにタイムリーに提案できるようにする。

また、県内企業は、水素・燃料電池関連産業に活用できる技術を有していたとしても、具体的に活用するための知見を有していない場合もあることから、燃料電池関連製品開発人材養成講座やセミナーの開催等を通して、県内企業がポテンシャルを最大限に活用して参入しやすい環境を整備する。

こうした取り組みを通し、部品・加工・製造装置分野での参入企業の増加を図るとともに、将来的に県内企業による共同受注体制を構築することで、付加価値を高めることが可能である。今後の製造現場等におけるIoT活用の進展を踏まえつつ、県内における部品等の一貫生産体制の構築を目指す。

3.4. Invitation～企業・研究機関誘致～

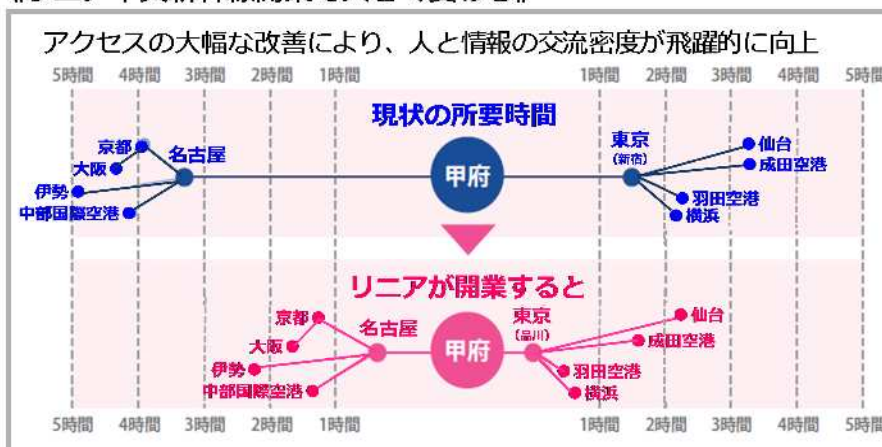
株式会社帝国データバンクが実施した企業立地に関する動向アンケート（2006年）によると、「市場への近接性」、「地価」、「用地面積の確保が容易」、「交通の便（陸路）」、「労働力の確保」、「関連企業への近接性」が立地先決定の重要要因となっており、県が実施した一部水素・燃料電池関連メーカーへのヒアリングにおいても同傾向であった。

本県では、研究・実証機関の集積が進んでいるという優位性に加え、今後、中部横断自動車道やリニア中央新幹線の開通により、「交通の便（陸路）」が格段に向上することが見込まれていることから、立地環境は優れているものと考えられる。

一方、エネファームやFCVは普及初期段階であり、水素・燃料電池関連企業の投資が活発になるのは、本格的な普及拡大が見込まれる2020年以降と想定されるが、中部横断自動車道やリニア中央新幹線を契機とした研究機関や企業誘致について、現時点から働きかけを行い、本県の立地環境の優位性をPRして将来的な企業誘致を目指す。

図表 18 リニア中央新幹線による時間距離の短縮

《リニア中央新幹線開業で大きく変わる》



4. アウトカム

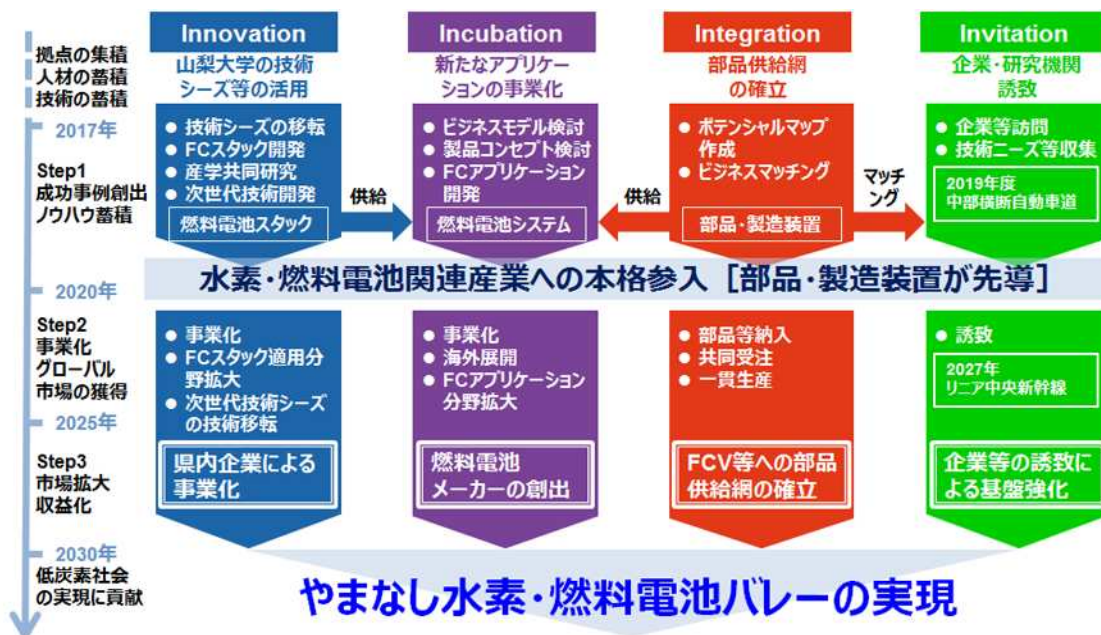
- 2030年にFCV / 家庭用燃料電池 / 業務・産業用燃料電池の部品供給の3%程度のシェアを確保
- 2030年にポータブル / バックアップ電源市場の30%程度のシェアを確保



売上（2030年）	1,000億円
企業数（2030年）	200社
雇用者数（2030年）	5,000人

やまなし水素・燃料電池バレーの実現に向けて、産学官の緊密な連携のもと、図表19に示す4つの柱（4I）の取り組みをStep by Stepで着実に進め、2020年に水素・燃料電池関連分野へ本格参入、2025年にグローバル市場の獲得、2030年には、山梨県内の水素・燃料電池関連産業において、FCV / 家庭用燃料電池 / 業務・産業用燃料電池の部品供給の3%程度、ポータブル / バックアップ電源市場の30%程度のシェアに相当する、売上額1,000億円、参入企業数200社、雇用者数5,000人を達成し、水素・燃料電池関連産業の集積地「やまなし水素・燃料電池バレー」を実現する。

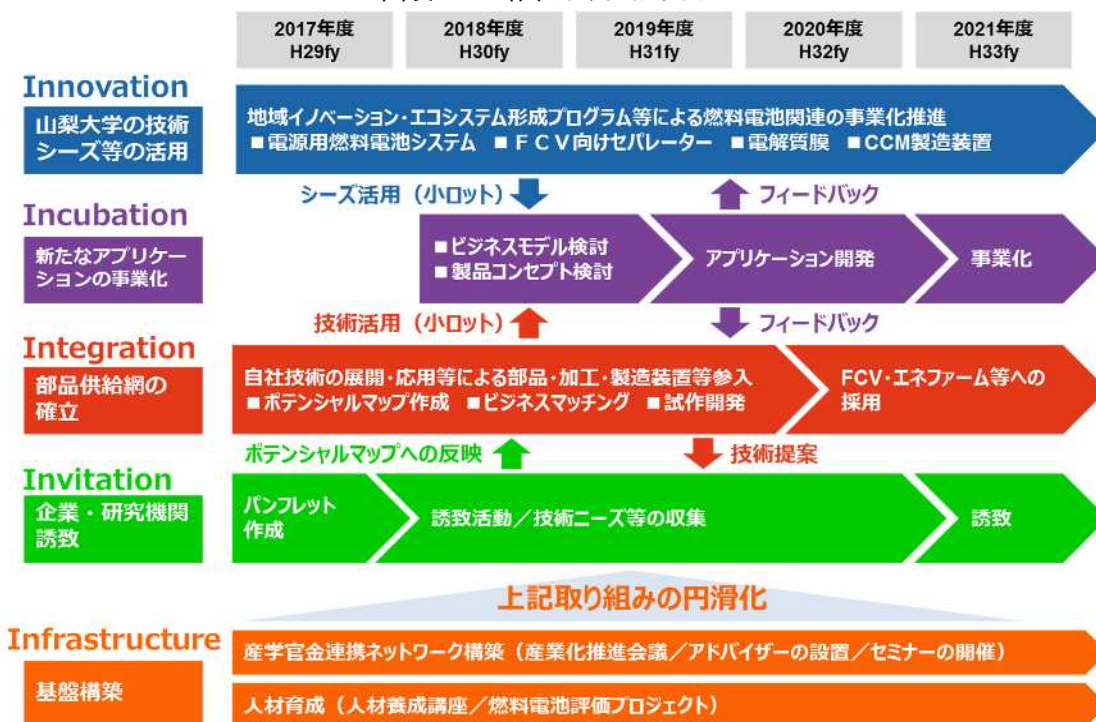
図表 19 やまなし水素・燃料電池バレーの実現に向けた取り組みの方向性



当面、水素・燃料電池関連産業への本格参入に向けて、地域イノベーション・エコシステム形成プログラム等による山梨大学技術シーズの技術移転及び燃料電池関連製品の事業化、すで

に市場投入されている FCV や定置用燃料電池への部品・加工及び製造装置への参入を中心に図表 20 に示すアクションプランを推進することとし、県も積極的に支援を行っていく。

図表 20 当面のアクションプラン



5. 工程表の推進に向けた県の取り組み

やまなし水素・燃料電池バレーの実現に向けた「4つの柱（4I）」を着実に進め、県内企業の水素・燃料電池関連分野への参入と県外企業や研究機関の誘致を促進するため、次の取り組みを行うものとする。

(1) 山梨燃料電池産業化推進会議の開催

産業界、大学・研究機関、行政が一堂に会し、本工程表の進捗状況について確認するとともに、水素・燃料電池に関連する市場動向等を踏まえ、水素・燃料電池バレーの実現に向けた取り組みの方向性について意見・情報交換を行い、必要な取り組みを行う。

(2) 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「水素社会に向けた『やまなし燃料電池バレー』の創成」の推進

電極触媒・担体・電解質材料、ガス拡散層（GDL）一体型金属セパレータ、触媒層付き電解質膜の製造など、山梨大学と地域に蓄積された燃料電池技術の強みをさらに発展させ、新たな燃料電池スタック及びシステムを創出し、電源システム及びFCV等への展開を図る。

(3) 水素・燃料電池関連部品セミナー等の開催

水素・燃料電池関連製品等の開発担当者等を講師に招き、水素・燃料電池関連分野への参入に必要な技術に関するセミナーを開催する。

(4) 水素・燃料電池関連製品の試作開発の助成

燃料電池を活用した新たなアプリケーション等の設計・試作開発に対して助成し、県内企業の製品開発を支援する。

(5) 水素・燃料電池関連分野参入促進アドバイザーの設置

燃料電池関連製品の開発経験や最新の技術シーズの知見を有する専門家で、中小企業にも理解があるアドバイザーを設置し、県内企業の訪問等による指導・助言等を行い、参入に結びつけるための支援を行う。

(6) 国際水素・燃料電池展への出展

国際水素・燃料電池展に山梨県ブースを出展し、県内企業の水素・燃料電池関連製品や部品について、山梨県内に集積する研究・実証拠点等の実績・成果等を国内外に情報発信し、関連産業の集積・育成を図る。

(7) 水素・燃料電池バレーの実現に向けたPRリーフレットの作成・配付

水素・燃料電池関連産業における本県の優位性や取り組みをPRするリーフレットを作成・配付し、県内企業の水素・燃料電池関連分野への参入促進と同分野の企業や研究機関等の誘致を促進する。

(8) 燃料電池関連製品開発人材養成講座の開設

燃料電池関連産業分野への参入を目指す県内中小企業が燃料電池の設計開発に必要な知識を習得する機会を提供するため、山梨大学に「燃料電池関連製品開発人材養成講座」を開設し、燃料電池関連製品の設計開発技術者を育成する。

(9) 燃料電池評価プロジェクト

山梨県産業技術センターにおいて、燃料電池セルの性能評価機能を確立するとともに、燃料電池に関する様々なノウハウを水素・燃料電池関連分野に取り組む企業の技術支援に活用する。

上記取り組みについて、やまなし水素・燃料電池バレーの実現に向けた「4つの柱（4I）」に位置付けると図表 21 に示すとおりとなる。

図表 21 工程表の推進に向けた県の取り組み

Innovation	Incubation	Integration	Invitation
山梨大学の技術シーズ等の活用	新たなアプリケーションの事業化	部品供給網の確立	企業・研究機関の誘致
山梨燃料電池産業化推進会議			
産業界、大学・研究機関、行政が一堂に会し、工程表の進捗状況について確認するとともに、水素・燃料電池に関連する市場動向等を踏まえ、水素・燃料電池バレーの実現に向けた施策の方向性について意見・情報交換を行う。			
山梨大学の研究成果の事業化	システムメーカー等とのマッチング		情報発信
地域イノベーション・エコシステム形成プログラム（文部科学省補助事業） 山梨大学のコア技術等を核に、地域内外の人材や技術を取り込み、燃料電池技術のさらに発展させて実用化し国内外に向けて事業化	参入促進セミナー 水素・燃料電池及びその周辺機器や部品への参入方法や技術ニーズに関するセミナーを開催		リーフレット作成・配布 本県の水素・燃料電池関連産業の事業環境をPRし、水素・燃料電池関連企業等の誘致の促進に向けたリーフレットを作成
燃料電池製品等の技術開発			
開発助成 県内企業の燃料電池関連製品等の開発に係る経費の一部を助成	アドバイザーの設置 燃料電池関連製品の開発経験等を有する専門人材を配置し、県内企業の参入等を支援		国際水素・燃料電池展への出展 国際水素・燃料電池展にブースを出展し、県内企業が開発している関連製品・部品や水素・燃料電池関連産業の事業環境の優位性を国内外に情報発信
販路開拓			
国際水素・燃料電池展への出展（再掲） 国際水素・燃料電池展にブースを出展し、県内企業が開発している製品等の販路を開拓			
人材育成			
燃料電池関連製品開発人材養成講座の開設 山梨大学に人材養成講座を開設し、燃料電池関連製品の設計開発技術者を育成	燃料電池評価プロジェクト（NEDO委託事業） 燃料電池セルの性能評価機能を確立するとともに、燃料電池に関する様々なノウハウを企業の技術支援に活用		

6. 推進体制

山梨大学、やまなし産業支援機構、県の関係部局で構成される「やまなし水素・燃料電池ネットワーク協議会」において、具体的な取り組みの検討、実施、評価、見直しを行う PDCA サイクルを確立し、工程表の目標達成に向けた取り組みを推進する。

7. フォローアップ

山梨燃料電池産業化推進会議等において、本工程表の進捗状況を定期的に確認するとともに、2020 年以降 5 年に 1 回程度県内産業の状況調査のうえ、時々为社会情勢、規制適正化や技術開発等の進捗状況等を踏まえ、必要に応じて見直しを検討するものとする。

8. 工程表の位置付け

本工程表は、「やまなし水素エネルギー社会実現ロードマップ」で示されている水素・燃料電池関連産業の振興について、水素・燃料電池関連産業の集積地「やまなし水素・燃料電池バレー」の実現に向けた具体的な道筋を示すものである。