

---

## 提言

---

# 地域の多様性を育む 包摂型社会



---

# スケルトン・インフィル型 エネルギーシステムで築く 脱炭素社会の未来



---

九州大学  
未来社会デザイン統括本部  
シンクタンクユニット

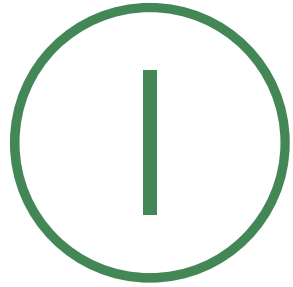


提言

—  
地域の多様性を育む包摂型社会

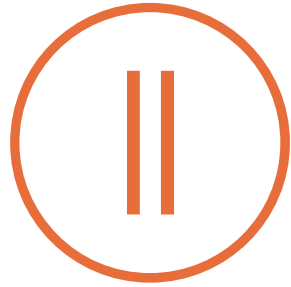
—  
スケルトン・インフィル型  
エネルギーシステムで築く  
脱炭素社会の未来





## 提言の要旨

### 04 提言の要旨

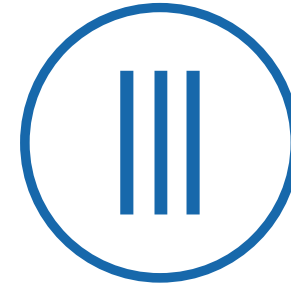


## 目指すべき社会像とその実現に向けた理念

10 目指すべき社会像  
「多様性を育む包摂型社会」

12 目指すべき社会を実現するための  
地域コンセプト  
「コーポラティブ・リージョン」

14 コンセプトに基づく  
地域デザインの仕組み  
「スケルトン・インフィル型の  
地域づくり」



## スケルトン・インフィル型 エネルギーシステムで築く 脱炭素社会の未来

18 コーポラティブ・リージョンの基盤となる  
分散型エネルギーシステムと  
マイクログリッド

20 コーポラティブ・リージョンを可能にする  
スケルトン・インフィル型の  
地域インフラ

22 スケルトン・インフィル型  
地域インフラが備えるべき  
3つの特性

24 地域マイクログリッドを基盤とする  
未来社会シナリオの展開例

26 **Scenario 1**  
生活サービス基盤としての  
自動運転モビリティとコミュニティ・ハブ

32 **Scenario 2**  
地域の環境調整機能を兼ねる  
ソーラーシェアリング・システム

38 **Scenario 3**  
地域情報基盤としての  
データセンターと  
データ駆動型食品産業



## 本提言の実現に向けた 研究体制と研究事例

44 本提言の実現に向けた  
研究体制と研究事例



# 提言の要旨

# 脱炭素化“後”を 見据えた 未来社会のビジョンと、 それに基づく 脱炭素技術の 導入により、 真に持続可能な 地域社会の実現を。

21世紀を目前にした2000年、内閣府の審議会で「豊かで安心できる暮らし」を実現するための社会のあり方が議論され、その結果が報告された。そこでは「個人の自由と個性の尊重」(多様性)「社会の中での連帯と協調」(協調性)「一人一人の経済的な安定」(経済的豊かさ)「豊かな自然や文化との触れ合い」(環境的豊かさ)を必要なものとして挙げている。この議論から四半世紀がたった今、改めて「幸せな社会」について議論し、目指すべき未来社会のビジョンを明らかにすることが求められている。



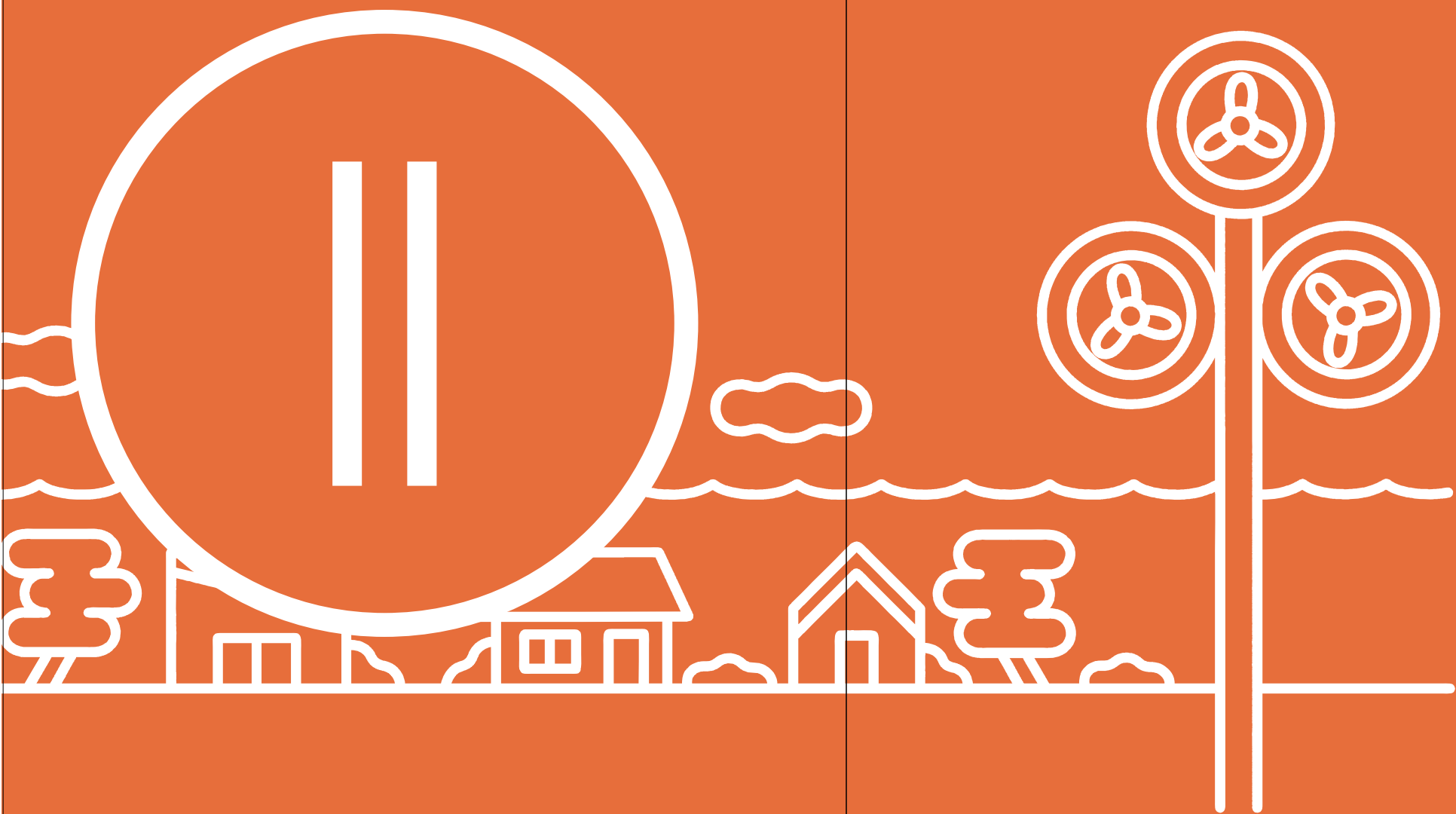
このため、九州大学では「未来社会デザイン統括本部」(以下、FS本部)を組織し、未来の社会の在り方についての広範な議論に基づき、九州大学の誇る先進的な学術研究を人類の幸せな未来実現に活用することとした。その一環として、この提言はFS本部のシンクタンクユニット、脱炭素ユニットの多様な研究者が共同して、脱炭素技術を活用した未来社会デザインのモデルを提示している。



提言は、まず、1——格差と分断が大きな社会課題となっている現在、未来の「幸せな社会」像のひとつとして、「多様性を育む包摂型社会」を取り上げる。次に、2——その社会の実現に必要な条件である社会的な多様性と協調性を両立させることのできる社会モデルとして、「コーポラティブ・リージョン」を提案する。コーポラティブ・リージョンは多様な居住者が共住する集合住宅である「コーポラティブ住宅」のコンセプトから援用したもので、「スケルトン・インフィル」手法を採用することで、居住者の多様なニーズに応えるサービスを提供する枠組みである。そして、3——脱炭素技術で実現できるコーポラティブ・リージョンの具体的なシナリオによって、実現しうる未来社会の一例を示す。



この提言は広く一般社会に向けたものである。未来社会像(包摂型社会)、その枠組み(コーポラティブ・リージョン、スケルトン・インフィル)、手法・手段(脱炭素技術)というビジョンから社会実装へ向けたひとつの道筋を提案することによって、幸せな社会の実現に向けた地域、自治体、企業、大学等研究機関による更なる議論の出発点となることを目的とするものである。



目指すべき社会像と  
その実現に向けた理念

# 多様性を育む 包摂型社会

## Vision

トマス・ピケティは「社会は限界に来ている」と言う。現在の資本主義を基調とする社会は行き詰まりを迎え、暴力的ともいえる金融資本主義が主導する「市場における自由な競争」によって、経済的格差・貧困が拡大し、非寛容と分断が世界中に充満している。アメリカ社会の分断、イスラエル・パレスティナ紛争、日本でもホームレスの災害避難所入場拒否、「津久井やまゆり園」における事件、LGBTsの人々に対する国会議員の「非生産的」発言など、分断と非寛容の事例は枚挙に暇がない。



このような状況の中、「成熟社会」(D. ガボール)のような、より多くの人々が幸せに暮らせる社会が求められている。そのようなオルタナティブな社会モデルのひとつが包摂型社会である。包摂型社会とは、個々人の能力に応じた社会的価値が認められ、人間の尊厳を受容するような人間を中心に据えた社会構築の理念である。包摂型社会では障害、貧困、差別、人種、国籍、性的志向などによって社会から疎外された少数派の人々のニーズに応えるのはもちろんのこと、すべての人の個別なニーズに応じたサービスを提供し、個人のポテンシャルを最大限引き出すことで、健全な成長力や、「豊かさ」についての新しい価値が生みだされるような社会である。



政策面でもこのような包摂型社会に向けた取り組みがなされており、厚労省の提唱する「一億総活躍社会」(H28)、「地域共生社会」(H29)、「つながり・支え合いのある地域共生社会」(R5)、あるいは、国交省の「共助社会」(H26)、「コミュニティの再生」(H31)など多くの政策提言がなされている。特に、文化行政では、「社会包摂」、「包摂社会」という文言が頻繁に登場し、2015年の第4次文化政策基本方針(H27)ではその前文で「経済成長のみを追求するのではなく、成熟社会に適合した新たな社会モデルを構築する」必要を述べている。さらに第11期中央教育審議会生涯学習分科会(R4)は、「生涯学習・社会教育には、従来の役割のみならず、ウェルビーイングや社会的包摂の実現、デジタル社会への対応、地域コミュニティの基盤づくりといった役割が求められている」としている。世界的には2015年(H27)以来『誰一人取り残さない』をスローガンとする「持続可能な開発目標」(SDGs)の達成が提唱され、包摂的な社会の構築が進められている。

# コーポラティブ・ リージョン

## Concept

「包摂型社会」の形成には構成員の差異が最大限尊重され、異なる利害に配慮する協調性が必要となる。そのような地域のあり方を考えるため、本提言では建築学のコンセプトである「コーポラティブ住宅」をアナロジーとして用いている。コーポラティブ住宅とは、複数の入居希望者が事業主となり、共同で建物の企画・建築を行う集合住宅のことである。共同でつくることによって住む前から互いの理解が深まりコミュニティが形成される(主体性と協調意識の醸成)、住み手が事業主体になるため世帯ごとの事情や嗜好がプランに反映される(多様なニーズへの対応)、空間や設備を共有できる(サービスや施設のシェア)など、世帯ごとの多様性を許容しつつ、協調と効率を実現することができる。



「コーポラティブ・リージョン」とは、住宅を地域の規模に敷衍した包摂型社会を目指すアプローチであり、それにより実現する社会は、都市に集住し住民サービスの向上を目指すコンパクトシティモデルとは対極的である。そこでは、住民が多様な嗜好やニーズに合わせて居住地を選択する分散型居住を前提として、後述する地域の骨格構造(スケルトン)とモノやサービスを生みだす単位(インフィル)によって「リージョン」を空間的に分散する地区、住民に必要なサービスを届ける仕組みである。



具体的な地域のスケールは近隣住区、市町村、都道府県、全国、国際的域など様々であり、現実社会ではこれらの単位は並列するのではなく、入れ子状態になる、あるいは重なり合うなど複雑であるが、ここではモデルとして、自治体程度の規模の「地域」をイメージしたい。



その地域は多様な個性を持つ地区(農村部の集落や都市部の近隣住区)から構成される。その地域をどのような社会にするかは、コーポラティブ住宅における世帯と同様に、各地区が「事業主」となって、地域を共同で企画、設計、建設することになる。地区の多様性のゆえに、合意形成には時間がかかるものの、構成員間のコミュニケーションと相互に妥協して結論に至る協働の過程を通して理解が生まれ、多くの人のニーズが社会に取り込まれていくという包摂性の高い社会が形成される可能性がある。



# スケルトン・インフィル 型の 地域づくり

## Approach

コーポラティブ住宅において、居住者の多様なニーズを実現する建築手法として、「スケルトン・インフィル」がある。スケルトン・インフィルとは、建物の構造体（スケルトン）と、間取りや内装などの設備（インフィル）を明確に分けて設計・施工された住宅や集合住宅のことを指す。構造体と設備は通常一般住宅では一体化しているが、これを分けることによって、内装や設備の設計における自由度が上がり、各居住者のニーズに応えやすくなる。また、ニーズの経年変化にも対応しやすいという特徴がある。

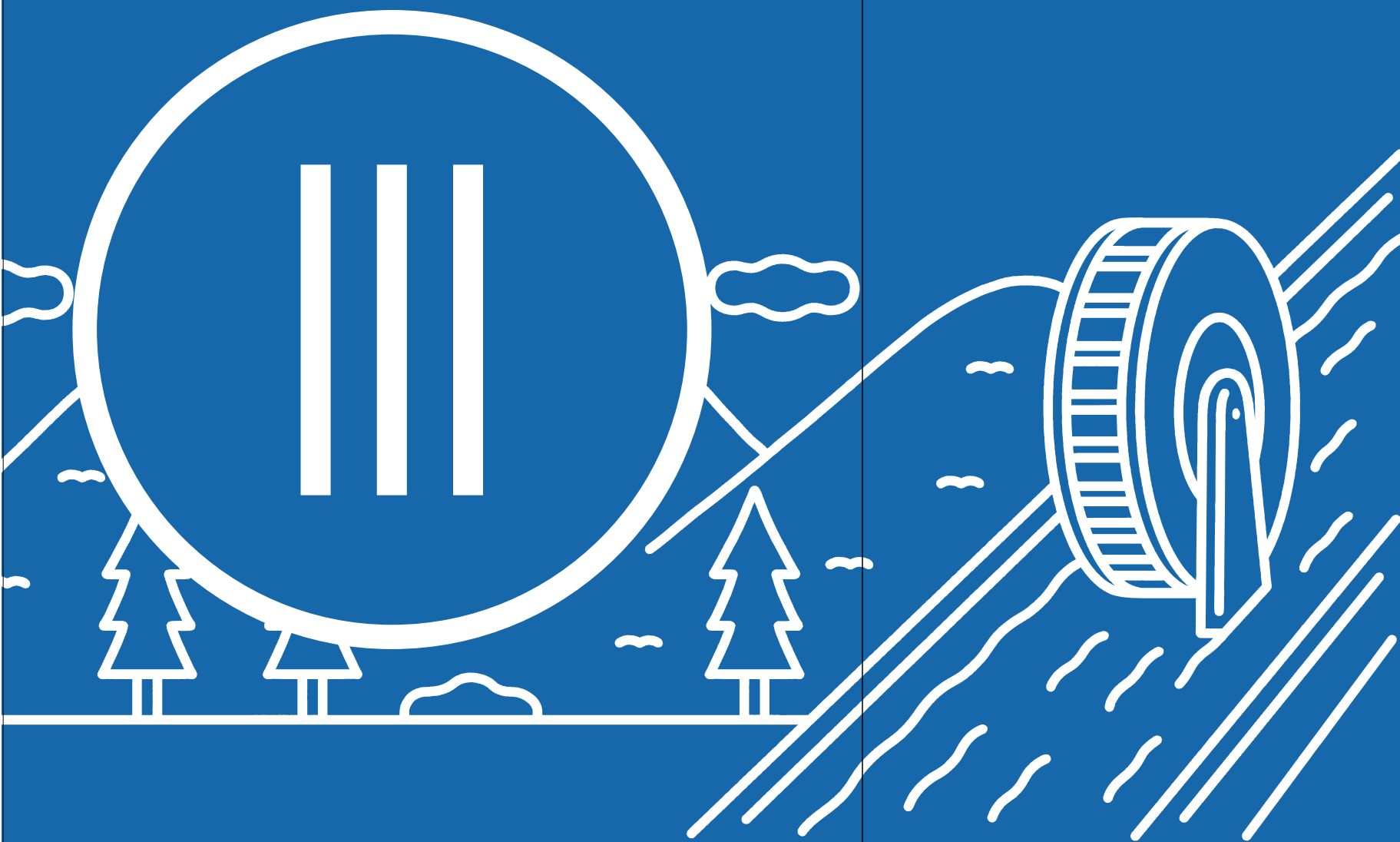


コーポラティブ・リージョンにこの手法を取り入れてみると、「スケルトン」として汎用的なインフラを備えた上で、「インフィル」には各地域がそれぞれの事情やニーズに沿った事業やサービス・施設を選択し、設置することになる。また長期的には、変化する住民構成やそのニーズ、社会的要請に対して、スケルトンを比較的固定しつつ、インフィルを更新することで変化に対応できるメリットもある。このような地域のスケルトンとして構築されるインフラは、1——一つのインフラが様々な使い方ができること（多用性）、2——複数の機能を兼ねることができること（兼用性）、3——適応的に機能を更新できること（適応性）、という3つの特性を備えている必要がある。



次の章で具体的に説明するように、そのような「スケルトン」としてはエネルギー、モノ、サービスなどを輸送・配送するためのインフラが想定され、一例として、マイクログリッドを活用した分散型エネルギーシステムが考えられる。分散型エネルギーシステムは多用性・兼用性・適応性を持ち、地域の骨格（スケルトン）として、地域のニーズに沿った多様な事業やサービス、施設など（インフィル）の展開を支えていく。その結果、多様性が尊重され分散型の居住と持続性が並立する地域包摂型社会を実現できるはずである。

スケルトン・インフィル型  
エネルギーシステムで築く  
脱炭素社会の未来

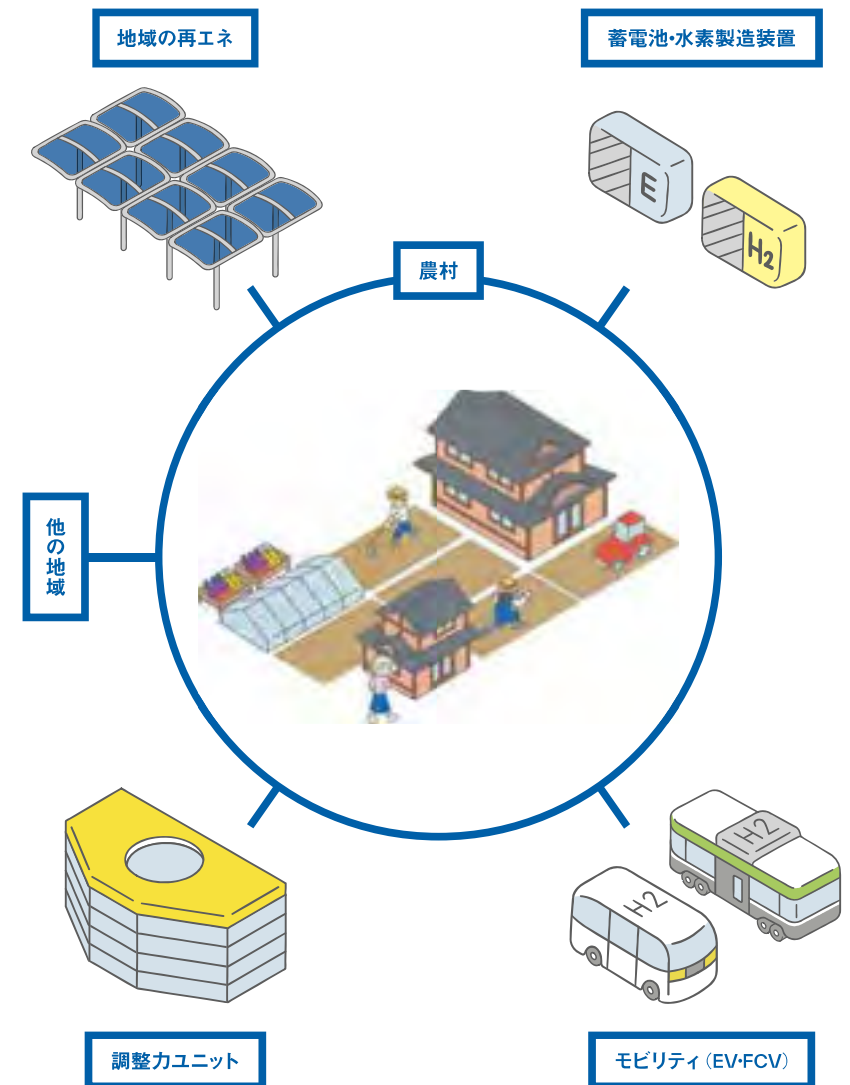


## コーポラティブ・ リージョンの 基盤となる 分散型 エネルギーシステムと マイクログリッド

地産のエネルギーを活用する分散型エネルギーシステムは、エネルギー供給のリスク分散や非常時のエネルギー供給による「レジリエンス強化」、地域のエネルギーをその地域で消費する地産地消を行うことによる「省エネルギー効果」も見込める。また、再生可能エネルギーを用いた分散型エネルギーシステムの構築は地域に新しい産業を興し、まちづくりと一体的にその導入が進められることで「地域活性化」につながる事が期待されている。

分散型エネルギーシステムは、地域の特性を活かした再エネをマイクログリッドで効率的に利用できる点で、エネルギーの多様性と協調性、持続性の並立を可能とするシステムであり、多様性のある包摂型社会との親和性が高い。コーポラティブ・リージョンの基盤とすべきである。

地域マイクログリッドの概念図



## コーポラティブ・リージョンを可能にするスケルトン・インフィル型の地域インフラ

コーポラティブ住宅にはさまざまな利点があるが、それらを「かたち」のレベルで支えるのが「スケルトン・インフィル」と呼ばれる建築の方法である。

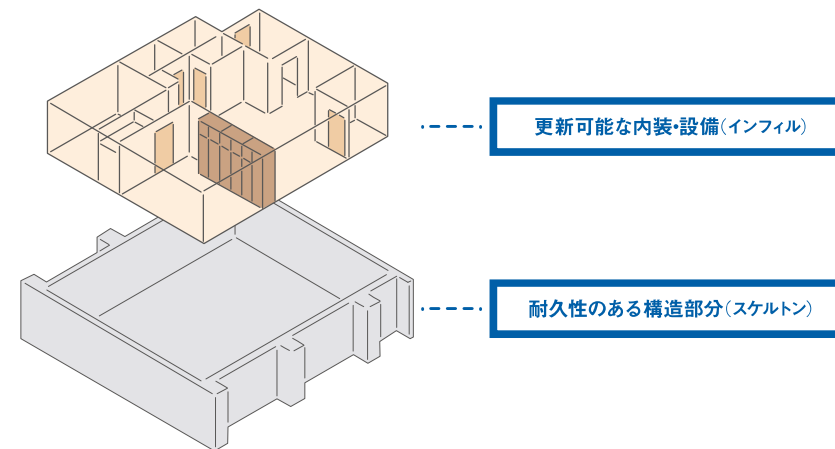


コーポラティブ住宅では、一般的な住宅では一体化している「スケルトン(構造躯体)」と「インフィル(設備・内装)」を分けて建築することで、各世帯のニーズに合わせて内装を自由に設計できるほか、内装や設備を簡単に取り替え可能としている。世帯ごとの多様なニーズに合った住戸を作ることができ、また家族構成の変化に対応した改装も行いやすい。

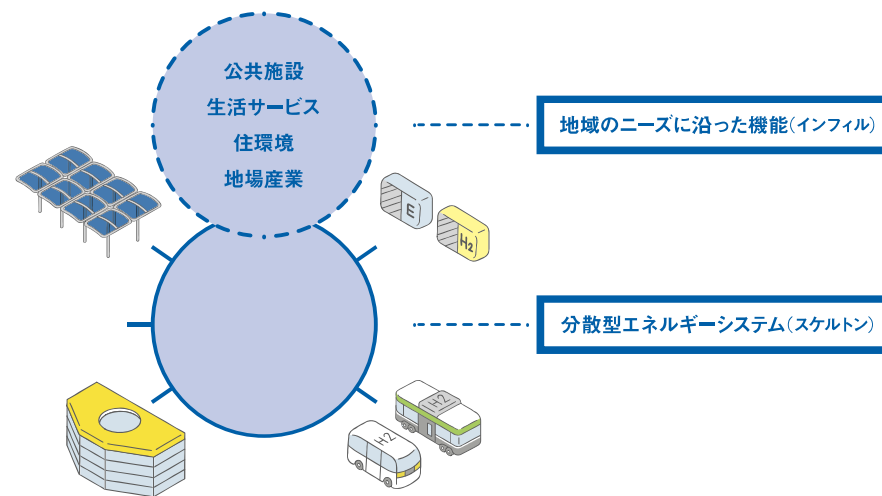


コーポラティブ・リージョンにおいても、多用途に展開可能かつ時代に合わせて容易に更新可能なインフラを備えた上で、各地域がそれぞれの事情やニーズに沿った事業やサービス、施設を主体的につくり、選択することで、多様性と協調性・持続性が並立する地域社会を実現できるはずである。

### コーポラティブ住宅におけるスケルトン・インフィル



### コーポラティブ・リージョンにおけるスケルトン・インフィル



## スケルトン・インフィル型地域インフラが備えるべき3つの特性

スケルトン・インフィル型地域インフラには以下の3つの特性が必要である。

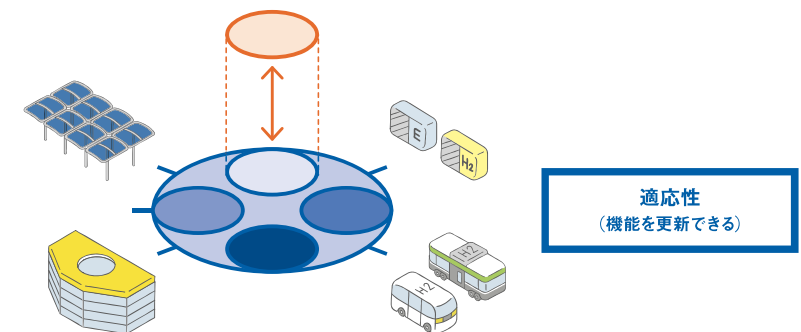
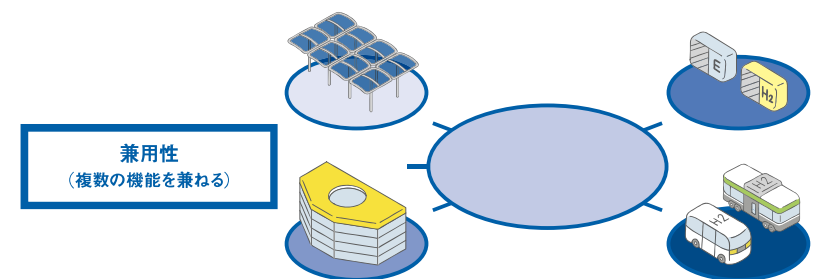
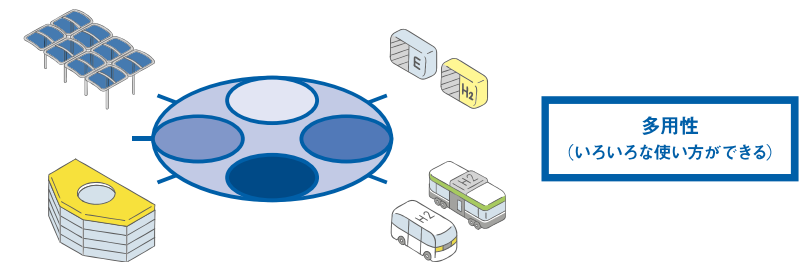
多用途性 —— いろいろな使い方ができる

兼用性 —— 複数の機能を兼ねる

適応性 —— 機能を更新できる

多様な地域が協調するコーポラティブ・リージョンを実現するためには、分散型エネルギーシステムを多用途性・兼用性・適応性のある地域の骨格(スケルトン)とし、それをもとに地域のニーズに沿った多様な事業やサービス、施設などを(インフィルとして)計画・展開していくべきである。それにより、脱炭素技術を真に地域のために役立てることができ、無理なく持続性のあるかたちで、地域の新たな強みを作り出すことができる。

### スケルトン・インフィル型地域インフラが備えるべき3つの特性



## 地域 マイクログリッドを 基盤とする 未来社会シナリオの 展開例

地域マイクログリッドを基盤とする未来社会シナリオの展開として、農村を想定したスケルトン・インフィル型の地域インフラを例示する。



3つのシナリオはいずれも、マイクログリッドを構成する各モジュール（発電システム、調整力ユニット、モビリティ、蓄電・水素変換システム）がモジュールとしての機能とは異なる役割を兼ね、それらがプラットフォームとなって多様なサービスが自在に展開するものである。

1

生活サービス基盤  
としての  
自動運転モビリティと  
コミュニティ・ハブ

p.26

2

地域の  
環境調整機能を  
兼ねる  
ソーラーシェアリング  
システム

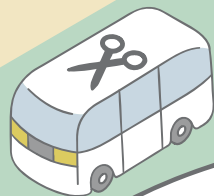
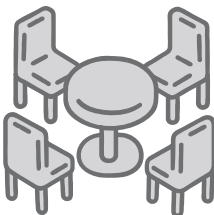
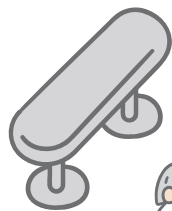
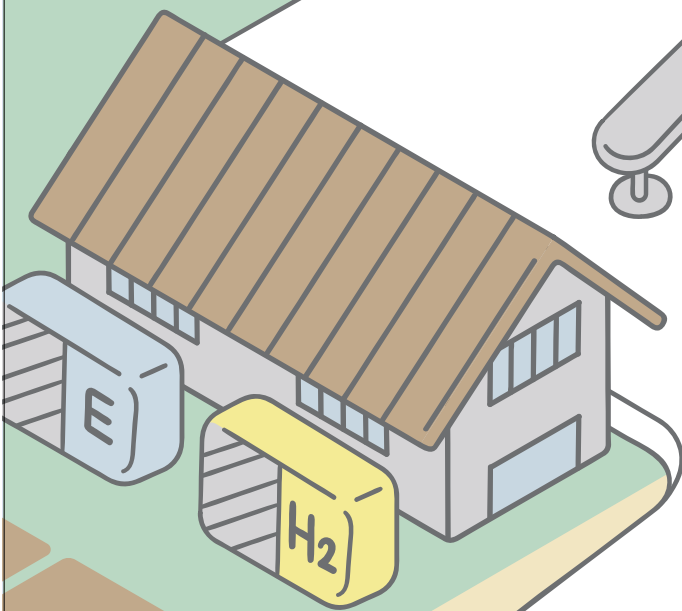
p.32

3

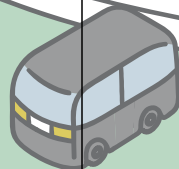
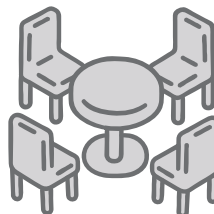
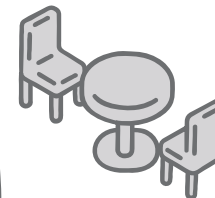
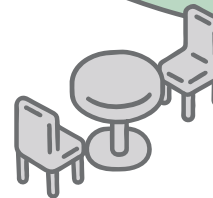
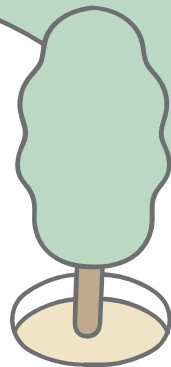
地域情報基盤としての  
データセンターと  
データ駆動型  
食品産業

p.38

# 生活サービス基盤 としての 自動運転モビリティと コミュニティ・ハブ



# Scenario 1



分散型エネルギーシステムでは、電気自動車(EV)や燃料電池自動車(FCV)をエネルギー貯蔵に活用することでグリッド運用者と消費者の双方にメリットがあると考えられている。また脱炭素化に向け、乗合バス等の公共交通事業者においてもEVやFCVの導入がはじまっている。



他方ではバスの運転士の減少が進んでおり、需要の少ない地域から乗合バスの路線がなくなりつつある。運転士不足への対策として、乗合バスの自動運転化に期待がかかっており、実現に向けた実証実験が各地で行われている。



分散型エネルギーシステムにおいてエネルギーの需給調整の役割も担う自動運転の乗合バスが、次世代の公共交通システムとして想定できる。このシステムを生かして、地域のニーズに沿った多様な機能を提供する。

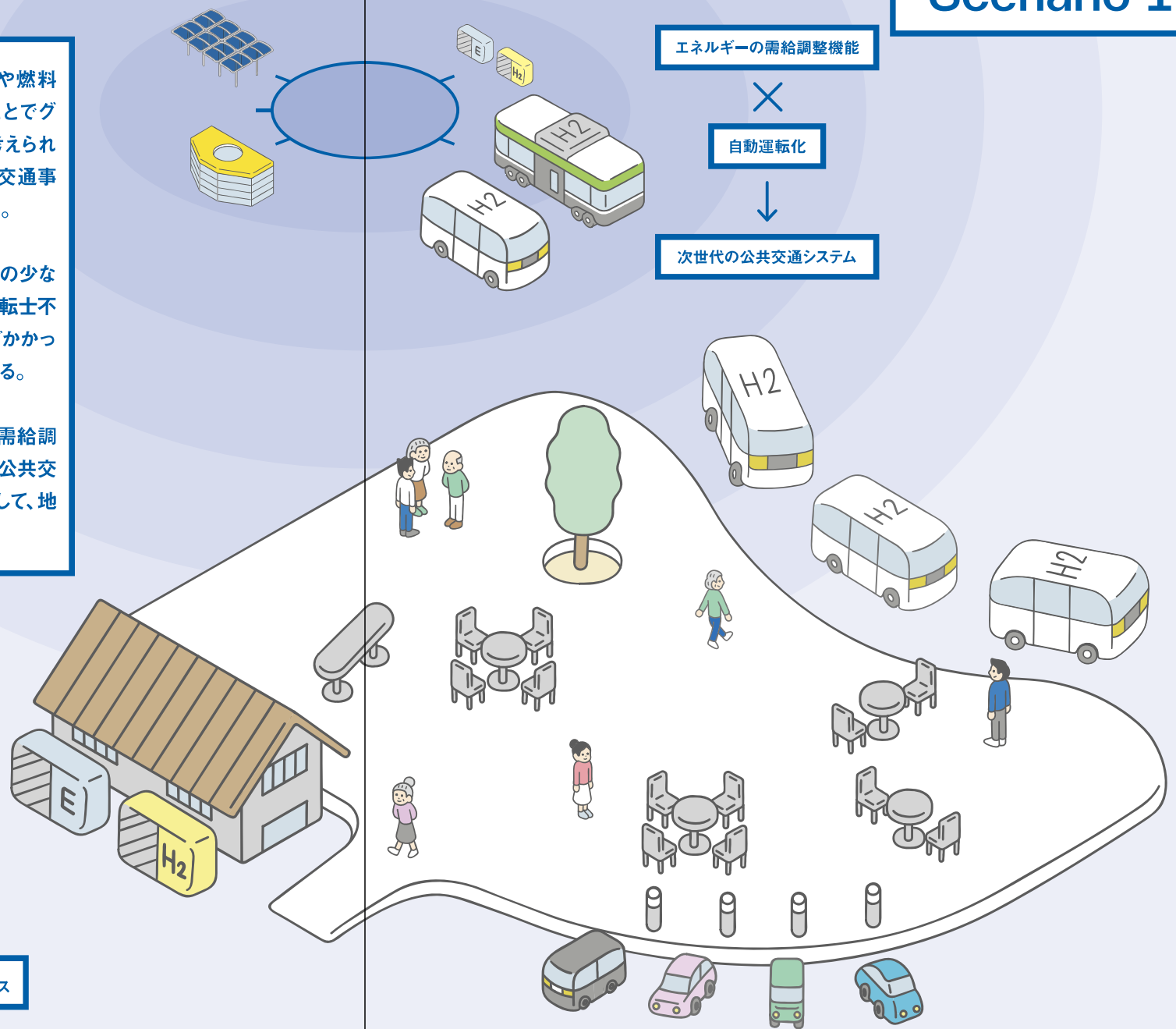
## SKELETON

多様な機能を持つモビリティの運用が可能な交通システム



## INFILL

モビリティが提供する多様な生活サービス







コミュニティ・ハブ



生活サービスを届ける自動運転モビリティ

少子高齢化が進む中で、各種の生活サービスを提供する施設の都市部への集約が進行している。人口の少ない地域では、買い物や通院などの日常的な用事のために長い距離を移動しなければならず、不便であり、自動車への依存も進んでいる。



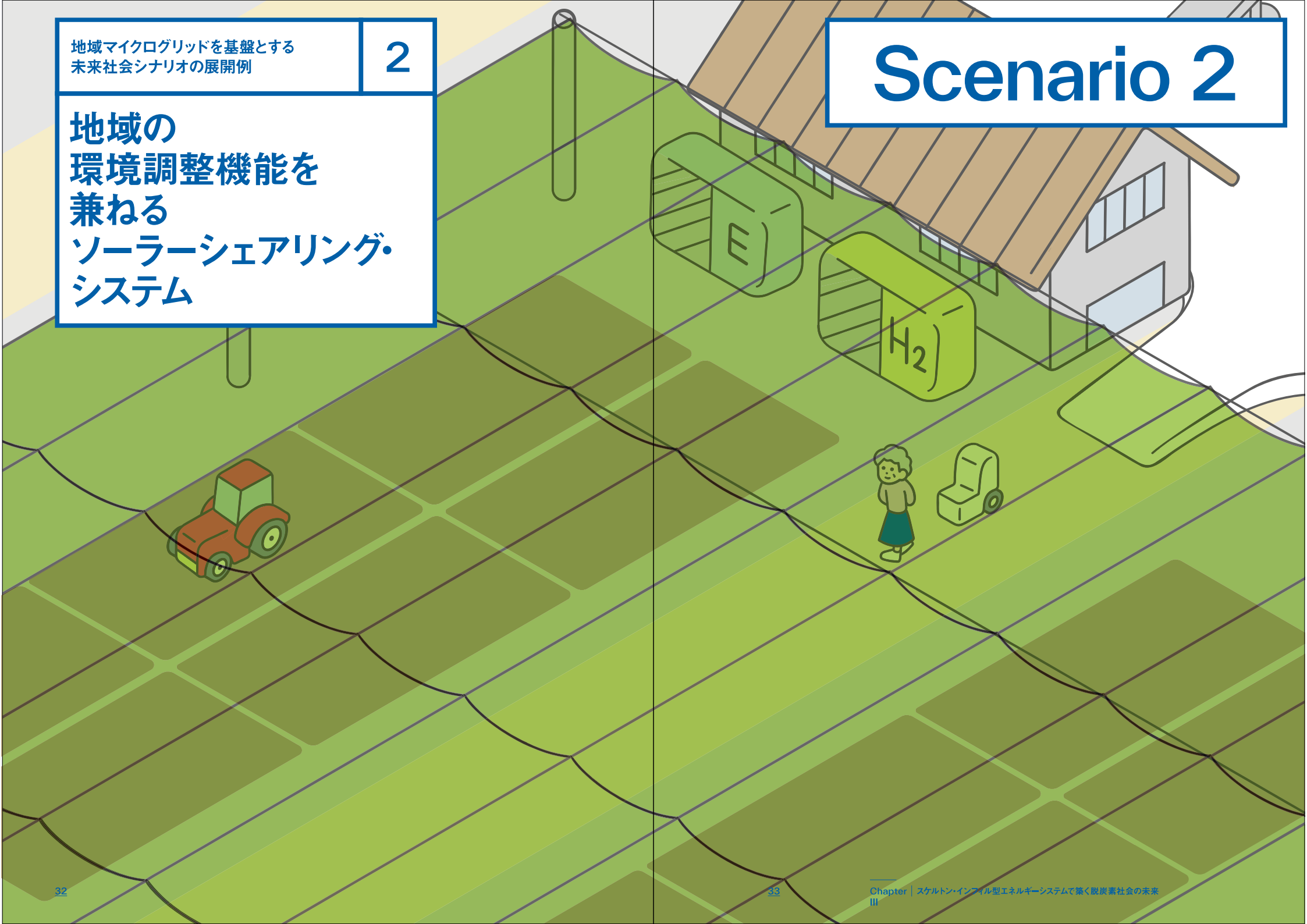
次世代の公共交通システムで人を運ぶだけでなく、さまざまなサービスの機能を地域に届けることができれば、人口の少ない地域の人々が日常的に長距離を移動することなく「歩いて暮らせる街」が実現できるはずである。



フードトラックや移動図書館など、モビリティをサービス空間とする事例はすでに多くある。地域の生活に必要な多様なサービス空間として使える多機能の自動運転バスと、それを受け入れる公共空間を公共交通システムに組み込むことで、地域住民のためのサービス拠点ができる。これを行政と事業者が連携して実現し、生活サービスのプラットフォームとして実装することを提案したい。

地域の  
環境調整機能を  
兼ねる  
ソーラーシェアリング・  
システム

# Scenario 2



## SKELETON

季節を問わず人と自然に優しい  
屋外環境をつくるシステム



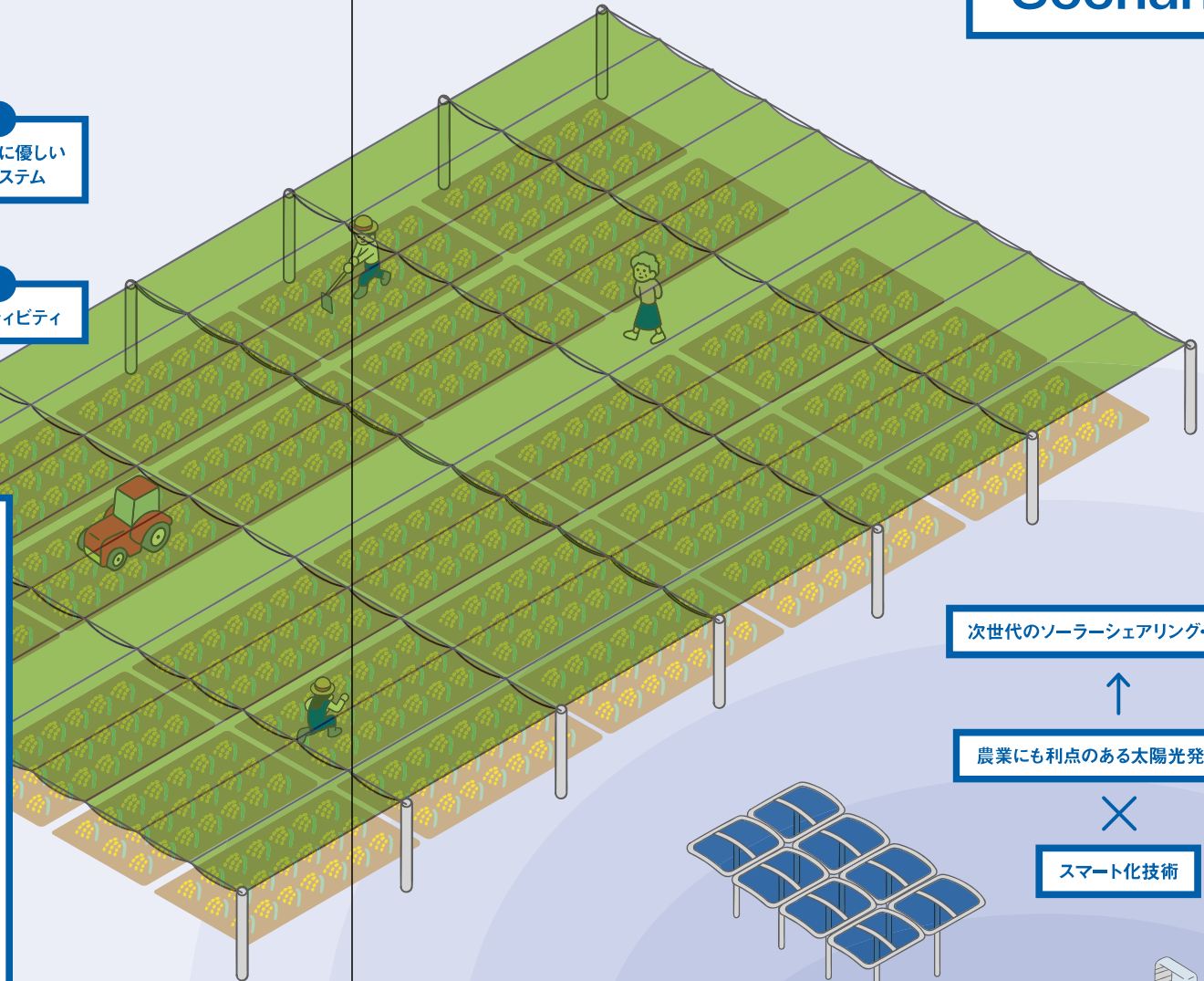
## INFILL

屋外での多様なアクティビティ

平地の少ない日本で再生可能エネルギーの導入を拡大する手段として、農地に太陽光発電設備を設置するソーラーシェアリングに期待がかかっており、一部で導入されているが、栽培する農作物の種類によってはうまく機能せず、発電収入を目的に栽培作物が選ばれる事例があるなど、必ずしも健全なカタチで導入が進んでいるとは言えない。他方で、設備がつくる日陰が有効な作物もあり、冬には霜除けが期待できるなど、ソーラーシェアリングによる副次的なメリットもある。



作物の生育に必要な可視光だけを透過し、それ以外の波長の光で発電する太陽光パネルも開発されている。ソーラーシェアリングのデメリットの解消が進み、再エネを活用できる農業のスマート化技術が実装されれば、ソーラーシェアリングシステムは農業の生産性の向上や、働きやすい環境づくりにも役立つものとなる。



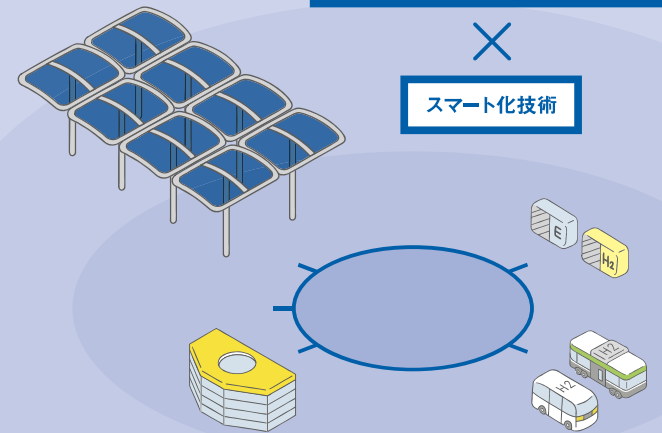
次世代のソーラーシェアリングシステム



農業にも利点のある太陽光発電設備



スマート化技術



## Scenario 2



ソーラーシェアリングは農地に太陽光パネルを設置して日射量を調節することで太陽光を農業と発電設備で分け合う仕組みである。スマート化技術は温湿度やCO<sub>2</sub>濃度などを調整して作物の生育に最適な環境をつくり、また収穫などの作業を自動化する技術である。



これらを農地の外にも拡張し、地域の人々が屋外で快適に過ごすための光と空気的环境をつくる。透過させる光の波長を自在に変えることができる太陽光発電技術が開発されれば、夏には涼しく冬には暖かい環境がつくれ、スマート化技術を応用することでソーラーパネルの下の空間を快適な温湿度に調整できる。

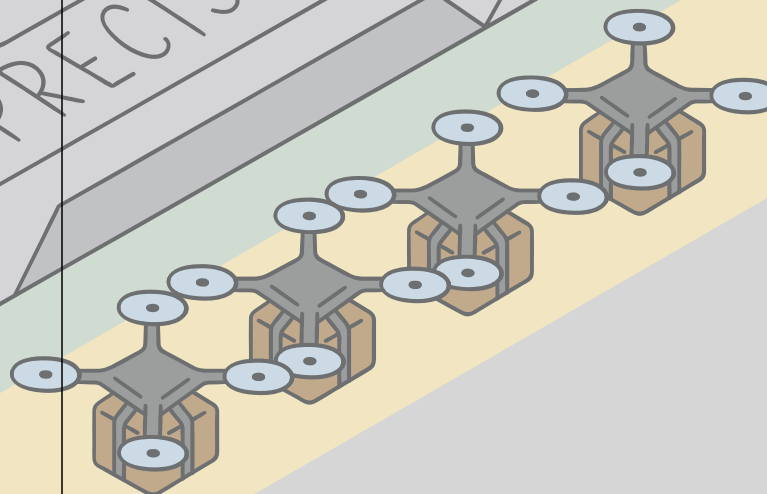
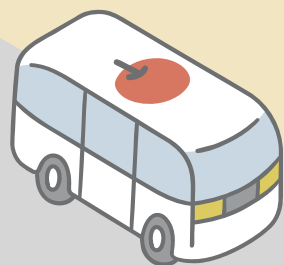


収穫用の自走式ロボットには、歩いて移動する人々の荷物を運ぶサーバント式モビリティとしての機能を持たせることも考えられる。

環境調整機能を兼ねるソーラーシェアリングシステム

# 地域情報基盤としての データセンターと データ駆動型 食品産業

# Scenario 3



分散型エネルギーシステムでは、マイクログリッドを安定的に運用するために電力需要を調整する機能を備える必要がある。電力を多く消費するデータセンターは、この調整機能を担える設備として期待されている。データセンターの需要は世界的に高まっており、また日本では災害等へのリスクへの備えとしてデータセンターの分散化が推進されていることから、調整力ユニットとしてのデータセンターの誘致は地域にとってもメリットがある。



データセンターを誘致するだけでなく、同時に地域の多様なデータ(行政、交通、医療、購買など)を主体的に管理し、様々に活用できる仕組みを整えることができれば、データセンターは地域の新たな強みを作り出すための基盤となる。

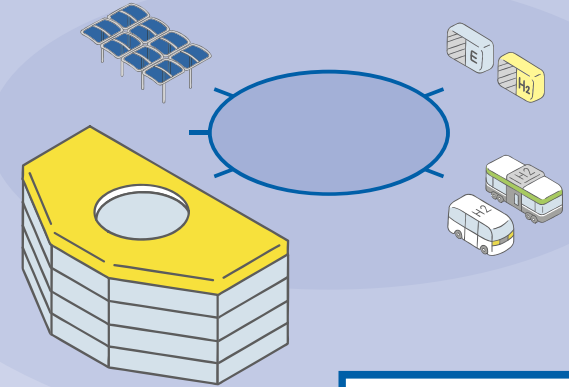
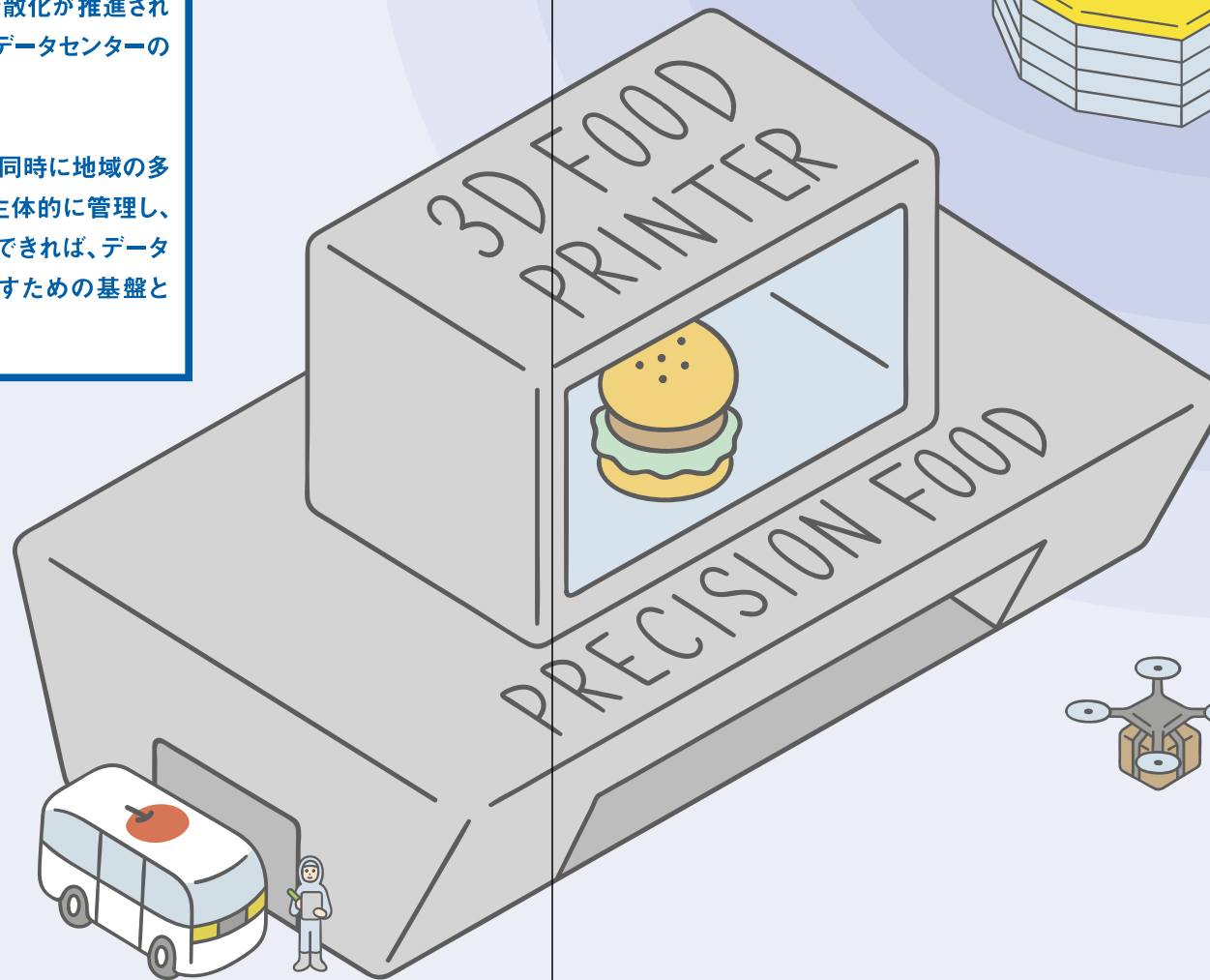
### SKELETON

地域の多様なデータ活用基盤



### INFILL

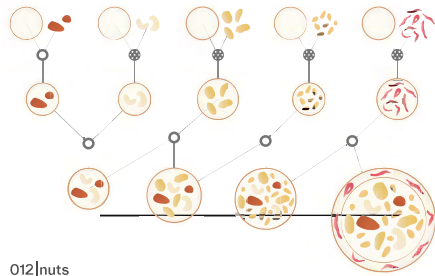
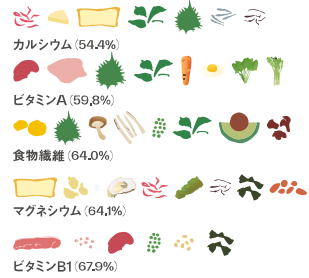
データ駆動型の新たな産業



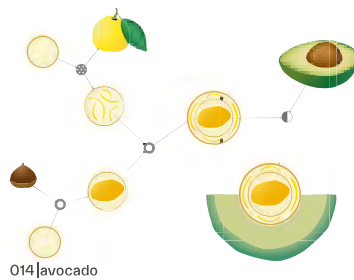
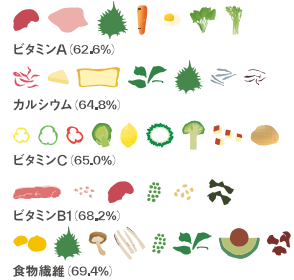
調整力ユニットとしてのデータセンター



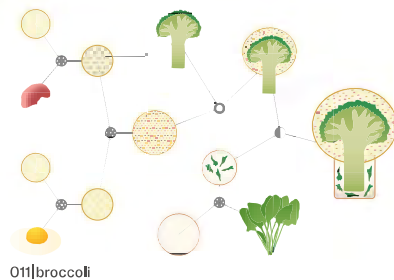
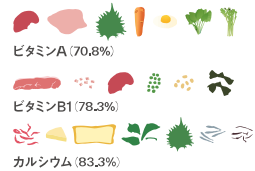
## 20代男性



## 30代女性



## 70代男性



( )内の数字は健康維持のために必要な栄養摂取の推奨量/目標量を100とした時の割合



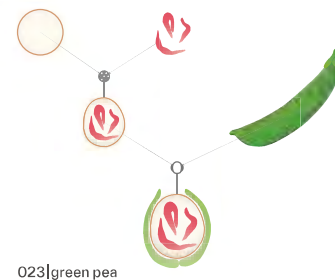
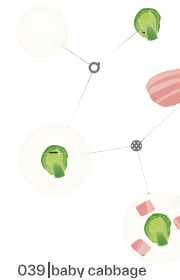
医療の分野では、医療データやゲノムデータ、生活データ等、健康に関わる様々なデータを病気の予測や予防に役立て、また最も効果的な治療法を特定する「データ駆動型プレジジョン医療」の実現に向けた研究が進められている。



農業の分野においても、環境モニタリング装置やセンシング等から得られるデータを生産性や収益性の向上、消費者ニーズにマッチした食材の安定的供給に繋げる「データ駆動型農業」の研究が進んでいる。

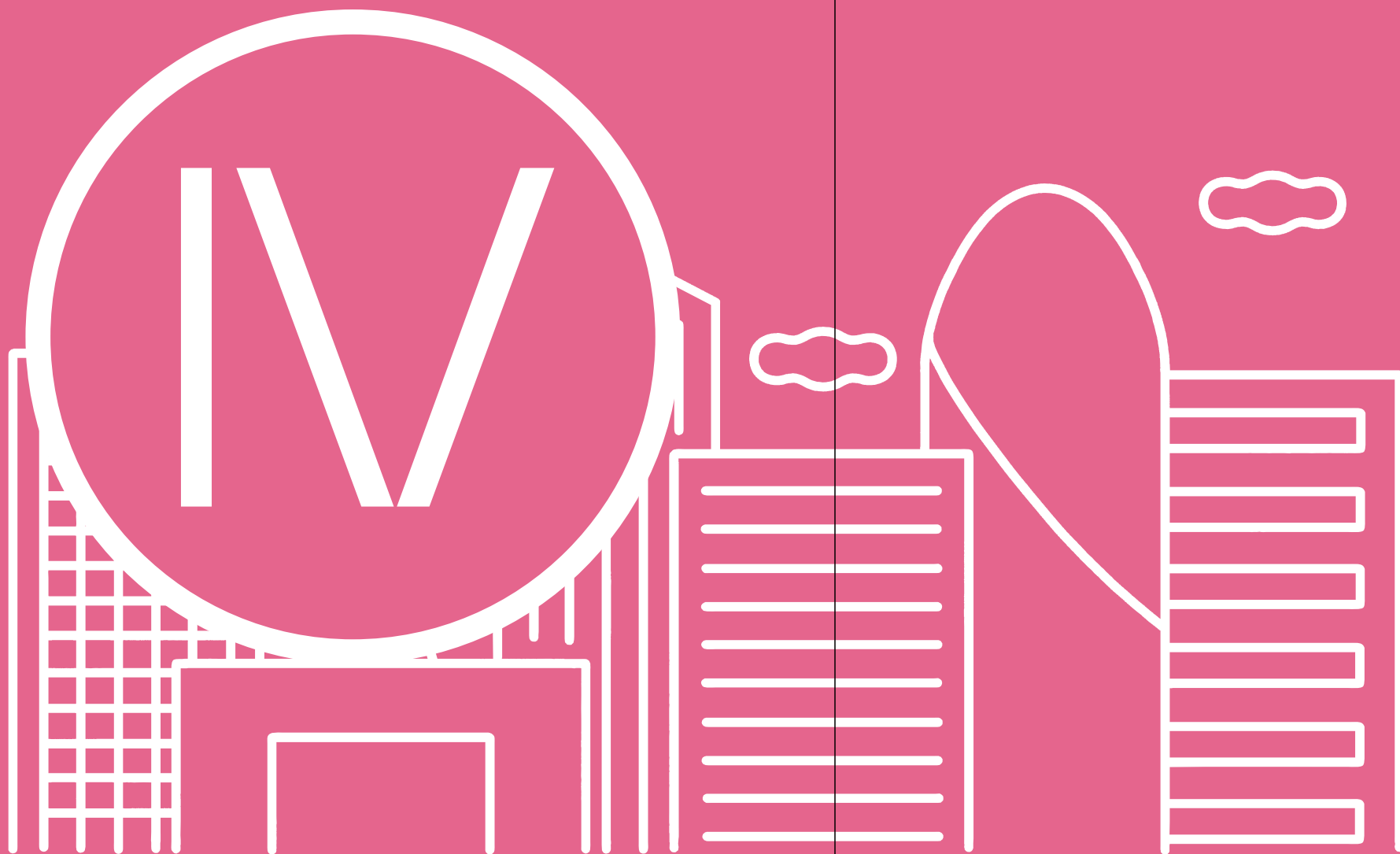


地域情報基盤としてのデータセンターとこれらの研究の成果を組み合わせることで、一人ひとりの健康状態に最適な食材から嗜好に合った食品を製造する「データ駆動型食品産業」を構想することもできる。製造される食品が地域の人々の健康を守るだけでなく、新たな産業として地域をより豊かにしうる。



データ駆動型食品のイメージ

# 本提言の実現に向けた 研究体制と研究事例





## 本提言の 実現に向けた 研究体制と 研究事例

本提言で提案した地域コンセプトや未来社会シナリオの実現に必要な技術について、九州大学では以下のような研究を行っている。



FS本部の脱炭素ユニットでは、2050年までの社会の脱炭素化を実現すべく、材料・デバイス研究、システム研究、都市居住環境研究などの要素研究群を束ね、脱炭素化の社会実装を見据えた取組を実施している。またエネルギー研究教育機構では、エネルギーの脱炭素化に向け異なる専門性を持つ研究者が協力し合う「集学的プロジェクト研究」を推進しており、革新技術の開発や新たなエネルギー社会の創出を目指す研究の基盤となっている。



提言内容の実現のためには、連携する自治体を対象に改めて地域の課題と可能性をリサーチし、各地域にふさわしいシナリオを構築した上で、上記の組織等で展開する多様な研究の社会実装と事業化を進めていく必要がある。

提言内容	研究領域	研究課題	グループ・ユニット・研究室
分散型 エネルギーシステム	創エネ・送電	アップコンバージョンによる太陽光発電/人工光合成	光化学技術創成グループ
		レンズ風車による漁業協調型・小型風力発電	未来エネルギー社会の再構築グループ
		地熱発電	未来エネルギー社会の再構築グループ
		小水力発電	附属アジア防災研究センター
		直流マイクログリッドシステム	エネルギー研究教育機構
	水素製造・貯蔵・輸送	水電解による水素製造技術	水素による省エネグループ
		水素貯蔵・輸送・供給システム	
	都市・地域計画	エネルギー自立循環型都市・地域デザイン	新たな都市モデルの提案グループ
Scenario 1 生活サービス基盤 としての 自動運転モビリティと コミュニティ・ハブ	自動運転公共交通  サービス設計・空間設計	交通計画・都市計画	都市・交通工学研究室
		自動運転システム・管制システム	情報知能工学部門、等
		モビリティデザイン	シンクタンクユニット
		サービスモビリティの運行管理	情報基盤研究開発センター
		サービスデザイン	シンクタンクユニット
		地域拠点設計	新たな都市モデルの提案グループ
Scenario 2 地域の 環境調整機能を 兼ねる ソーラーシェアリング・ システム	ソーラーシェアリング  スマート農業  環境デザイン	営農型太陽光発電システム設計	灌漑水文学研究室
		光波長選択型太陽光発電および人工光合成	光化学技術創成グループ
		環境調節システム開発	CO <sub>2</sub> 回収・変換グループ
		農業支援ロボット開発	農業生産システム設計学研究室
		スマート農業経営	農業経営学研究室
		地域景観形成/ランドスケープデザイン	緑地保全学研究室
		スマート化空間設計	新たな都市モデルの提案グループ
Scenario 3 地域情報基盤 としての データセンターと データ駆動型 食品産業	新産業創出	産業創出・育成支援	九大OIP
		統合LHS基盤構築	医療・健康ユニット
		ゲノム編集作物開発	環境・食料ユニット
		テラーメイド食品開発	食糧化学研究室
		フードデザイン	シンクタンクユニット
		食品加工技術開発	食品製造工学研究室
		食品流通・マーケティング	食料流通学研究室

## 1

FS本部  
脱炭素ユニット脱炭素化に向けた  
非連続の  
イノベーションを実現する  
革新技術と社会像を提案

国が掲げる2050年までの社会の脱炭素化を実現するには、従来の研究や技術の単なる延長や最適化だけではなく、社会全体の脱炭素化を可能にする革新技術の創出と、あるべき未来社会の姿や社会デザインの提示が必要である。脱炭素ユニットでは、材料・デバイス研究、システム研究、都市居住環境研究などの要素研究群を束ね、脱炭素化の社会実装を見据えた取組を実施している。脱炭素化の取組が進む福岡・九州地域と連携したグリーンイノベーションハブとなり、革新技術の創出をはじめ、地域成長戦略や脱炭素社会モデル構築などの政策の提言や、イノベーションを牽引する高度人材の育成に貢献することを目標としている。

## 脱炭素ユニットの研究グループ

水素による省エネグループ	水素エネルギー産学官地域連携研究 水素材料先端科学研究 次世代燃料電池産学連携研究 水素エネルギーシステム教育 カーボンエネルギー・エネルギー研究 水素エネルギー材料研究
CO <sub>2</sub> 回収・変換グループ	膜による大気からのCO <sub>2</sub> 回収・変換に関する研究開発 回収CO <sub>2</sub> と再生可能資源を用いたCO <sub>2</sub> 変換研究開発 各種排出源からのCO <sub>2</sub> 回収・利用に関する研究開発 施設園芸農業におけるCO <sub>2</sub> 回収・利用に関する研究開発 CO <sub>2</sub> 回収溶液と地中貯留CO <sub>2</sub> のバイオメタネーションに関する研究開発 再生可能エネルギーとDXを活用したCO <sub>2</sub> 資源化と高付加価値原料製造に関する研究開発
新たな都市モデルの提案グループ	Building Data Exchange技術を利用した建築環境シミュレーションによるZero Energy Buildingの設計・建設 都市・建築環境技術とデザインを融合するBeCATプログラムの開発・実践 Society5.0時代のIoT/AIによる建築環境・エネルギーの最適制御・ナッジシステムの開発 都市エネルギー需給シミュレータの開発と福岡の将来エネルギー計画の策定 脱炭素社会を実現する未来都市のインフラ設備と地域デザインの計画
未来エネルギー社会の再構築グループ	洋上風力発電に関する研究開発 エネルギー技術の持続可能性価値評価モデルの研究開発 エネルギー転換の社会・経済評価の研究開発 第6次エネルギー基本計画における地熱の目標達成のための研究開発 第6次エネルギー基本計画における原子力発電の目標達成のための研究開発
光化学技術創成グループ	協奏的に機能するCO <sub>2</sub> 光還元触媒の開発と機構解明 トリプレット機能化学の研究 CO <sub>2</sub> センシング・変換の技術開発 省エネルギー光源の開発 低コスト製造有機デバイスの創成
地域連携の推進グループ	直流マイクログリッド 持続可能性評価モデル 大学技術の実装 地域全体への実装

## 2

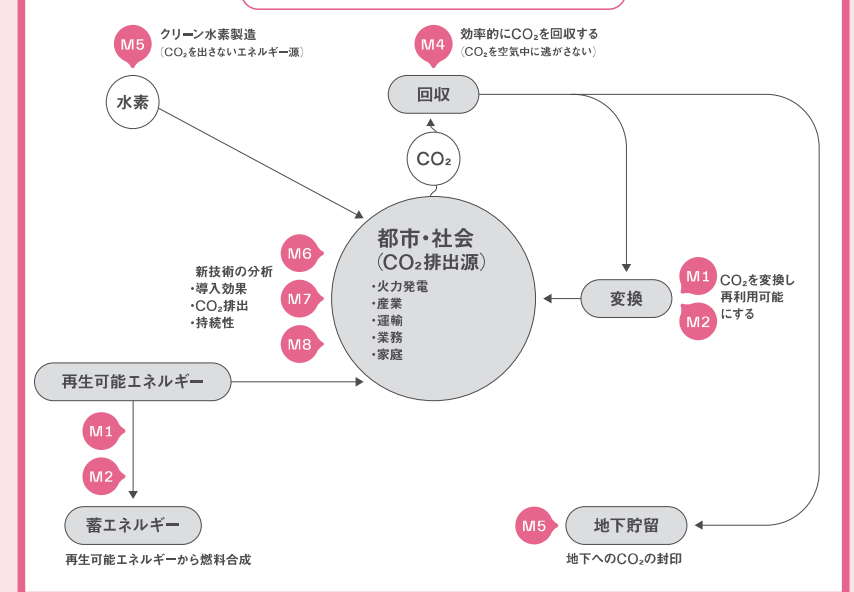
エネルギー  
研究教育機構エネルギーの  
脱炭素化に向け  
トップ研究者が協力し合う  
集学的プロジェクト

九州大学エネルギー研究教育機構はエネルギー関連の研究・教育を推進する機能を持つ全学プラットフォームである。研究推進に関しては多様なエネルギー関連分野から250人を超える研究者が協力教員として参画しており、革新的な脱炭素化技術や次世代エネルギー社会の創出に向けて、異なる専門性を有する研究者が協力し合う先進的な集学的プロジェクト研究である「モジュール研究」を企画・推進している。

## 集学的プロジェクト研究(モジュール研究)の事例

- ① エネルギーの脱炭素化に役立つ材料の研究
  - M1 | 人工知能(AI)を活用したCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)の除去・活用
  - M2 | 人工光合成の実現に向けた理学と工学の連携研究
  - M3 | 電子レンジの原理を用いたプラスチックの高度なリサイクルの研究
- ② 脱炭素化を実現するエネルギーシステムの研究
  - M4 | 農業ビニルハウスから排出されるCO<sub>2</sub>を最先端技術で回収し利用する研究
  - M5 | 地下の未利用石炭・石油資源を利用してクリーンな水素を製造する研究
- ③ 持続可能なエネルギー社会を作るための研究
  - M6 | エネルギー技術の都市への導入効果を評価する研究
  - M7 | 効果的な政策立案に役立つ自動車や住宅からのCO<sub>2</sub>排出分析
  - M8 | エネルギー技術の持続性評価モデルの研究

## 脱炭素社会のイメージ図とモジュール研究の関係



## 1

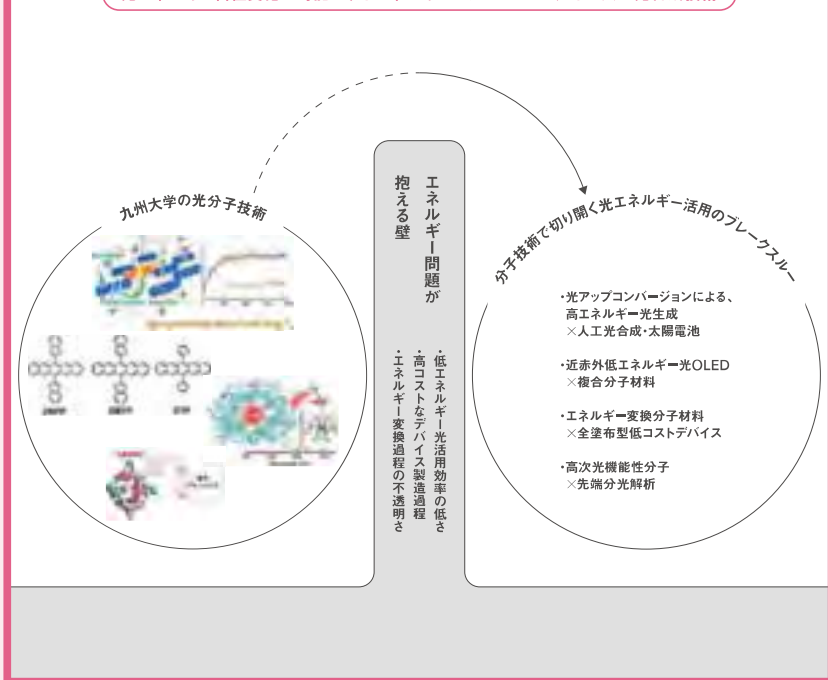
FS本部  
脱炭素ユニット  
光化学技術創成  
グループ光エネルギー  
自在変化が  
可能にする  
エネルギーアップ  
コンバージョン・  
人工光合成技術

光化学とは、光エネルギーによって起こる化学変化や、その化学変化について研究する学問のことを指す。例えば植物の光合成や太陽光発電では、サステナブルな太陽の光エネルギーを化学エネルギーや電気エネルギーへと変換し、成長に必要な物質や暮らしに便利な形に変換している。

光エネルギーを自在に変換する技術は進化しており、世界に注目されている有機ELの劇的な高効率化を促す技術も九州大学で発明された。他にも、大きな社会課題である資源枯渇と二酸化炭素低減を同時に解決に導く“人工光合成”や、使いにくい低エネルギー光を高エネルギー光に変換する“光アップコンバージョン”の技術は九州大学発の技術として精力的に研究が進められている。

九州大学が誇る光技術を駆使すれば、光エネルギーを自在に変換し、エネルギーが欲しい場所でロスなくエネルギーを生成し消費する究極の省エネルギー・高効率な未来社会実現の可能性が大きく拓ける。

光エネルギー自在変化が可能にするエネルギーアップコンバージョン・人工光合成技術



## 2

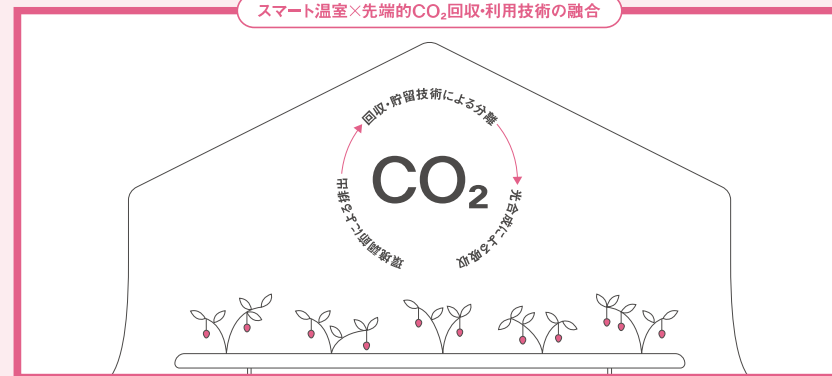
エネルギー  
研究教育機構  
エネルギーシステム  
クラスタースマート温室×  
先端的CO<sub>2</sub>  
回収・利用技術の  
融合  
生産性向上と  
持続可能性の  
両立を目指す  
未来農業

スマート温室は、環境や植物データに基づいて様々な環境調節(例:夜間の気温を上げるための暖房、昼間の植物の光合成を促進するためのCO<sub>2</sub>施用)を行うことで、通常の田畑における農業と比べて極めて高い生産性を実現する農業形態である。しかしながら、これらの環境調節に伴うCO<sub>2</sub>排出は環境問題として指摘されている。持続可能な未来を見据えた農業の在り方として、生産力向上だけでなく、脱炭素化を通じた持続可能性の確保が不可欠である。この課題に対応するため、九州大学の先端的なCO<sub>2</sub>回収・貯留技術を活用し、スマート温室と融合させる学際的研究が進行中である。本研究では、以下の2つのアプローチが採用されている。

1つ目のアプローチは、夜間暖房によって排出されるCO<sub>2</sub>を、新素材であるアミン含有ゲルを用いて効率的に回収し、その回収したCO<sub>2</sub>を昼間のCO<sub>2</sub>施用に再利用する技術である。この技術は、生産力向上の鍵となるCO<sub>2</sub>の供給を循環的に実現することを目指している。

2つ目のアプローチは、昼間のCO<sub>2</sub>施用で植物に吸収されず温室内に残留したCO<sub>2</sub>を、高分子分離膜によって回収する技術である。この技術により、CO<sub>2</sub>が温室外へ漏出する前に回収することが可能となり、従来の課題であった温室換気とCO<sub>2</sub>施用の両立を実現する新たな可能性が開かれる。

これら2つのアプローチの研究開発を加速度的に進めることで、生産力向上と持続可能性を両立したCO<sub>2</sub>ゼロエミッション型スマート温室の実現を目指す。本技術は、持続可能な農業の未来を切り開く革新的な提案となる。

スマート温室×先端的CO<sub>2</sub>回収・利用技術の融合

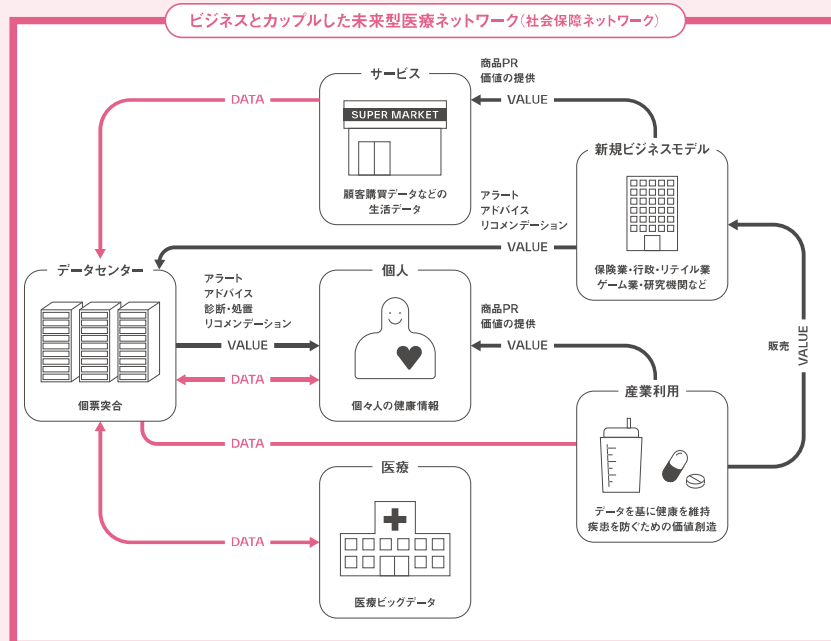
## 3

オープン  
サイエンス  
プラットフォームネットワーク型  
社会の  
基盤を形成し、  
Well-beingを  
推進する  
データ駆動型  
ライフケアシステム

ネット情報が個人の意思決定に関わるネットワーク駆動型資本主義へと急速に社会が変貌しつつある。ネットワーク駆動型社会では、どれだけのデータが利用でき、それをどれだけ効果的に個々人と繋げるかが競争力の鍵である。後の社会において人々の最終願望はwell-beingであり、それを支える産業が最大のマーケットとなることを考えると、人々の意思決定に最も強力に作用し、最も効果的に産業の競争力に直結できるネットワークは医療(ライフケア)ネットワークである。

加えて、深刻な社会問題となっている生活習慣病やがん、認知症、アレルギー、自己免疫疾患などはいずれも発症後の治療が困難であり、治療型医療では社会保障は破綻する。今後は、ネットワークにより個々人の身体の情報に正確に捉え、治療する医療から、罹患しない医療へとシフトさせることが必須である。

また、人口減少社会においてマーケットを創出し、持続的に価値を生み出す競争力を確保するには、強力なヘルスケアネットワークを実現し、これに価値創出プロセスをカップリングし、経済的自立性を可能にする新たな社会保障ネットワーク基盤の創出が求められる。ネットワークに

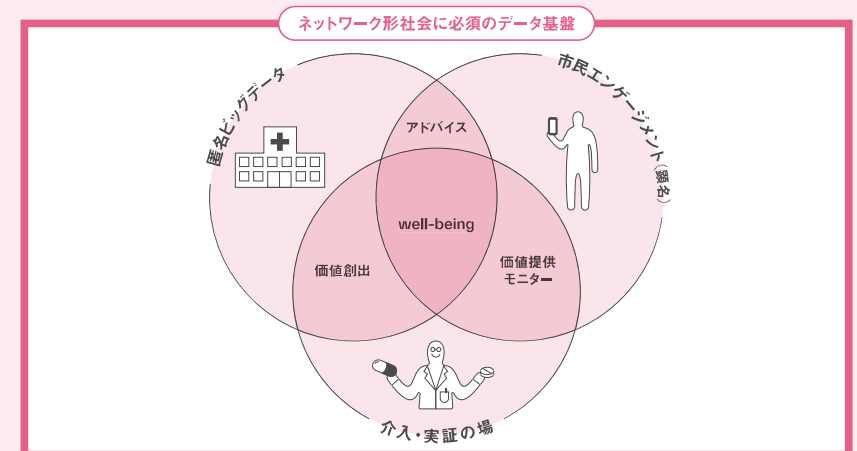


よるデータ解析は迅速にPDCAサイクルを回すことにより、人々が自らのデータをデータセンターに継続的に送信すると、個々人にのみ有効なアドバイスや商品などをエビデンスベースで迅速にフィードバックしてwell-beingを保つことが可能となる。

さらに、このデータ解析から見出される種々の因子をもとに新規価値もエビデンスベースで生み出されるため、ビジネスをカップルさせることで迅速にイノベーションを生み出せる産業基盤さえ実現可能となる。

これを可能にするには、個々人とデータでつながる顕名データを活用するエンゲージメントネットワークと、医療及び生活に関する大規模なリアルワールド匿名データを結びつける大規模解析ネットワーク、さらにそこから生み出される価値の検証や、それをを用いる新規ビジネスモデル検証を可能にする介入実証の場が必要である。未来型社会においては、この3つの機能の基盤が必須であり、さらにこれを運用するための自前のクラウドシステムが必須の社会基盤となる。ネットワーク社会は医療ネットワークを基盤として人々の生活から商品流通、価値の創生プロセスに至るまで迅速に進化させることが可能であろう。

九州大学のオープンサイエンスプラットフォーム(FS本部 医療・健康ユニット医療情報グループ、博士フェローシップ事業と連携)では、上記3つの基盤の構築、およびデータ解析からの価値創生、糸島市との連携による「免疫村」構想の実証の場の創成に取り組んでいる。





## 未来社会デザイン統括本部 (FS本部) について

九州大学は、「Kyushu University VISION 2030」において、大学が目指すべき姿として「総合知で社会変革を牽引する大学」を掲げています。その実現に向けては、社会的課題解決とDX (Digital Transformation) の推進に取り組むことを宣言しています。



基幹総合大学である九州大学は、自然科学から人文社会科学に至る広範な学問分野とともに、新しい社会の仕組みをデザイン・提案する「芸術工学分野」を国内総合大学で唯一有しています。この他大学には無い新たな社会的価値を生み出す特色ある人材、仕組み、キャンパスなどの基盤を生かして、社会的課題の解決に必要な総合知を生み出し、より良い社会への変革に貢献することを目標に、「未来社会デザイン統括本部 (FS本部)」を2022年4月に設置しました。



自然科学と人文社会科学、さらには芸術工学など、九州大学の多様な研究領域の知を集結して、「脱炭素」「医療・健康」「環境・食料」の社会的課題を中心に、その解決に必要な「理想とする未来社会」と「未来社会に至るプロセス」をデザインし、九州大学が持つ様々な研究成果を組み合わせることで、多様化・複雑化する社会的課題の解決を目指していきます。



また、文部科学省が指定する「指定国立大学法人」構想に基づき、未来社会デザイン統括本部では社会的課題の抽出を行い、課題解決に資する施策を取りまとめ、第4期中期目標期間中に5項目以上を政策提言として公表することとしています。今回の提言はその第1弾であり、脱炭素社会の実現に向け、理想とする未来社会をデザインし、本学が有する関連の研究要素を通じた社会的課題解決に向けたプロセスデザインを提案、社会への発信・共有を行うものです。



未来社会デザイン統括本部 (FS本部) の詳細については、  
下記URLからご参照ください。

<https://in2fs.kyushu-u.ac.jp/>

---

提言

—  
地域の多様性を育む包摂型社会

—  
スケルトン・インフィル型  
エネルギーシステムで築く  
脱炭素社会の未来

---

九州大学未来社会デザイン統括本部シンクタンクユニット

メンバー

尾本章 [九州大学大学院芸術工学研究院長 副学長]  
岩田健治 [九州大学理事・副学長]  
谷正和 [九州大学大学院芸術工学研究院 名誉教授]  
尾方義人 [九州大学大学院芸術工学研究院 教授]  
荒川豊 [九州大学大学院システム情報科学研究院 教授]  
小島立 [九州大学大学院法学研究院 教授]  
大西晋嗣 [九州大学学術研究・産学官連携本部 教授]  
岡田栄造 [九州大学未来社会デザイン統括本部 教授]  
迫坪知広 [九州大学大学院芸術工学研究院 助教]

—  
発行

2025年1月21日

---

執筆者

谷正和 [九州大学大学院芸術工学研究院 名誉教授 未来社会デザイン統括本部シンクタンクユニット サブリーダー] (p.07-15)  
岡田栄造 [九州大学未来社会デザイン統括本部 教授 シンクタンクユニット デザインディレクター] (p.18-47)  
松崎良雄 [九州大学エネルギー研究教育機構 教授] (p.49)  
宮田潔志 [九州大学大学院理学研究院 准教授] (p.50)  
安武大輔 [九州大学大学院農学研究院 准教授] (p.51)  
片山佳樹 [九州大学大学院工学研究院 教授] (p.52-53)

—  
デザイン

迫坪知広 [九州大学大学院芸術工学研究院 ストラテジックデザイン部門 助教] (自動運転モビリティ)  
富谷啓之 [九州大学未来社会デザイン統括本部 シンクタンクユニット テクニカルスタッフ] (コミュニティ・ハブ)  
緒方胤浩 [九州大学未来社会デザイン統括本部 シンクタンクユニット 助教] (データ駆動型食品)

—  
イラストレーション

山内庸資

—  
エディトリアルデザイン

網島卓也

---

発行元

九州大学未来社会デザイン統括本部

〒819-0395 福岡市西区元岡744

E-mail kisykikaku@jimu.kyushu-u.ac.jp



