

## 全体概要

### 1. 実施概要

我が国の中長期的な未来を考えるに当たって考慮しなければならない大きな課題の一つとして気候変動があり、その対応策として低炭素社会の構築が挙げられる。高齢化が加速する中で、あらゆる世代の生活の質の維持向上のためにロボットや個人型移動手段の導入が検討されているが、快適で便利な生活と引き換えにエネルギー消費の増大が懸念される。こうした背景の下で高齢社会対応と低炭素社会構築を両立させるには、各地域において高齢者も含めた多様な世代のニーズへの対応と温室効果ガス排出量削減を同時に実現する必要がある。

そこで、本調査では、高齢社会と低炭素社会の二つの課題に対応しつつ、地域の特徴を生かしたものづくり・コトづくりにより活性化された 2035 年の将来社会像を実現するために科学技術が果たすべき役割について、次に示す二つの目標を立て検討することにした。

- 高齢社会、低炭素社会、地域活性化(地方創生)の観点から、総合的に目指すべき将来社会像、及び、その実現に向けたステークホルダー別の具体的な取組を検討する。
- 複数の社会課題を掛け合わせた検討、自治体との連携による多様なステークホルダーの参加、学会及び関係団体との連携を試行し、予測活動のアプローチについて示唆を得る。

本調査は、図表 S-1 に示すように 5 つのステップで構成される。各ステップにおいて、これまで報告されている文献のレビューによる現状把握(ステップ 1)、多様なステークホルダーの参加するワークショップにおける地域の将来社会像の検討(ステップ 2)、学会と連携したワークショップにおける将来社会像を実現させるための科学技術およびシステムの検討(ステップ 3)、ワークショップ実施地域・団体の代表者及びその他の科学技術専門家や自治体等の幅広い関係者が参加する総合ワークショップにおける、具体的なステークホルダー別戦略の検討(ステップ 4)、そして分析及び取りまとめ(ステップ 5)を実施した。

将来社会像を検討する場所として、地理的分散、並びに、地域の資源や特徴を生かした産業等、高齢社会および低炭素社会に関するポテンシャルを生かす取組実績を考慮し、北九州市(福岡県)、上山市(山形県)、久米島町(沖縄県)、八百津町(岐阜県)の 4 地域(並びはワークショップ開催順)を選定した。図表 S-2 に各地域の概況を示す。地域ワークショップの実施に当たっては、主に参加者の人選において開催地域の自治体の協力を得た。

また専門家の意見を抽出するため、日本学術振興会水の先進理工学第 183 委員会、公益社団法人応用物理学会、一般社団法人日本機械学会の協力を得て、学会ワークショップを実施した。総合ワークショップは、内閣府の「環境未来都市」構想推進協議会平成 28 年度ワーキンググループを兼ね、同協議会の協力の下で実施された。

図表 S-1 検討の概要



図表 S-2 地域ワークショップの4開催地とその特徴



## 2. 調査結果

### (1) 既往研究レビューの結果

高齢社会に関する研究・調査結果の中から、特に低炭素社会に関連する文献を中心にレビューした。「高齢社会×エネルギー」及び「人口動態・人口構成・世帯数×エネルギー消費」をキーワードとして調査し、公表されている主な報告書 20 件から次の結果を得た。

#### ● 「高齢社会×エネルギー」関連

- 高齢者のいる世帯は若中年者のみの世帯よりもエネルギー消費が大きい。高齢者人口割合が大きい都市ほど、家庭部門における 1 人当たり CO<sub>2</sub> 排出量大きい。
- 世代にかかわらず、加齢とともに電気代は増加する。世代別では、新しい世代になるほど電気代が増加する。
- 少子高齢化が更に進んだ場合、人口が減少する一方で、高齢単独世帯を含む単独世帯と高齢世帯の数が更に増加する。世帯人員数が減少すると 1 人当たり電力消費量は増加する傾向にある。

#### ● 「人口動態・人口構成・世帯数×エネルギー消費」関連

- 戸建住宅世帯の CO<sub>2</sub> 排出量は集合住宅世帯より多く、高齢世帯の CO<sub>2</sub> 排出量は若中年世帯よりやや多い。
- 世帯数の増加や機器使用の増加等、ライフスタイルの変化がエネルギー消費量に大きく影響する。
- 電力需要には、人口よりも、経済成長、省エネルギー、および電力化率が大きく寄与する。
- 地方別に世帯当たりの年間 CO<sub>2</sub> 排出量を比較すると、北陸が最も多く、関東甲信が最も少ない。年間エネルギー消費量では、北海道が最も多く、沖縄が最も少ない。
- 世帯収入の増加に伴い、CO<sub>2</sub> 排出量が増加する傾向が見られる。

以上の文献調査結果から、高齢化が更なるエネルギー消費量増大を招く可能性があり、また、居住地域、住宅の建て方、世帯構成、世帯人員、ライフスタイル及び経済がエネルギー消費量に関係するという仮説が立証された。

### (2) 地域ワークショップの結果

北九州市、上山市、久米島町、八百津町において、それぞれ 20 名規模のワークショップを実施し、2035 年の理想とする暮らしの姿の検討を行った。地元の産業界、大学、行政、市民、金融機関等の多様な参加者による討議により、日常生活から産業発展まで幅広い暮らしの姿が描かれた。共通の方向性として、地域コミュニティの役割の重要性、地域資源のブランド化による経済発展、身体機能低下防止のための便利さと適度な不便さの共存、労働や生活における真のゆとり、地域から世界への展開の重要性が挙げられた。図表 S-3 に各地域の検討結果を取りまとめた将来社会像を示す。

図表 S-3 地域の将来社会像

<p><b>【北九州】居心地のよいネットワーク社会</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>あらゆる世代が集う地域コミュニティ“足湯”</b> 働く場：シェアオフィス／多世代向けの学びの場／医療・介護施設が隣接／見守り・見守られる街／地域コンシェルジュ</li> <li>● <b>多様な暮らしと学び</b> 多世代居住、シェアハウス／どこでも学べる学校／リカレント教育、生涯教育／オンデマンドロボット講師／子育てロボット</li> <li>● <b>好きな時に働く</b> タスクフォース型離散集団／プロジェクト毎にチームを編成して課題解決／ワークシェア、在宅ワーク／社会活動の収入で生活</li> <li>● <b>高齢者の活躍</b> バージョンアップのための多世代教育／アクティブシニアの学び直し／健康長寿(介護者70%減)／適度なサポート技術</li> <li>● <b>グローバル新産業</b> 地域資源を活かし世界に直接発信・展開／手仕事、農林水産業のカリキュラム化／稼げる農林水産業教育／知財を活用した新産業創</li> <li>● <b>進化した環境未来都市</b> “ていたん”が世界に認知！／自動運転トラム／超省エネスマートホーム／エネルギーの完全地域循環／自然エネルギー蓄電一般化</li> </ul>	<p><b>【上山】自然を慈しみ、温泉を中心とした活気のある町でのゆとりある暮らし</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>温泉を多面的に活用し、歳をとってもいきいき健康</b> 温泉と病院のコラボ／健康の町としてのブランド確立／遠隔医療・予防医療／認知症の理解／温泉を中心に老若男女が集まり交流</li> <li>● <b>人が集まり活気のある町</b> ワイン関連イベントで集客／駅前整備／地下街整備で積雪も平気／上山城、図書館を中心とした交流の場／インバウンド・ヘルスツーリズム</li> <li>● <b>日々の暮らしを楽しむ</b> 若者の給料UP／家事や居住環境維持作業を楽しむ／仕事によるストレスがない／クアオルトウォーキング（気候性地形療法）／働き方が変わり、休みが取得しやすい</li> <li>● <b>学習機会をいつまでも</b> 高齢者の学び直し／高度な遠隔教育／高等教育無償化／温泉や福祉を学ぶ大学／市民が地域の先生として活躍</li> <li>● <b>ロボットと無理のない共生</b> 福祉・介護・農業用ロボット／子育てロボット、ロボット教師／自動運転で自由に移動／家事など生活支援の技術・機能</li> <li>● <b>競争力のある農業</b> 農作物のブランド化／食糧自給率UP／農業への機械・技術の高度化、支援ロボット等の導入</li> </ul>
<p><b>【久米島】海の恵みを生かした、新・久米島モデル（離島モデル）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>海の恵み（海洋深層水）の最大限有効活用</b> 海洋温度差発電量の最大化／海洋深層水による特産品生産／海洋深層水大学、研究所、テーマパーク</li> <li>● <b>活気あるプラチナ世代向け久米島ビバリーヒルズ</b> 自然資源と特産品で富裕プラチナ世代が集まる／海洋深層水を使った健康施設／何でも遠隔で困らない／野球などのキャンプが集結</li> <li>● <b>近くて近い久米島</b> バス感覚の手軽さで乗れる飛行機／島内いつでもどこでも移動できる／離島を意識しない移動手段（どこでもドア）</li> <li>● <b>島が育てる</b> 島の中でライフサイクルを循環／食糧、エネルギーの完全自給自足／島の資源を活かした遊びや島独自の教育プログラム</li> <li>● <b>災害を楽しむ</b> 台風対策（島丸ごとシェルター）／津波対策／停電しない島／危険生物探知や会話で危険を回避</li> <li>● <b>沖縄本島、日本、そして世界へ</b> 特産品のブランド化で稼ぐ（さとうきび、ウイスキーカキ、紅イモ、化粧品）／久米島モデルの見学者年10万人／余剰エネルギーで水素精製、輸出</li> </ul>	<p><b>【八百津】まちもひともしょうどENE（い〜ね！）やおつ田舎暮らし</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>ゆとりある暮らし</b> ゆとり労働（裁量制、休日の充実、個人事業主）／多世代同居／安全な町／高機能・長寿命住宅</li> <li>● <b>802（やおつ）ランド</b> 人が集まり、町を支える／保育・教育・医療・介護の一体運営／健康アップ策でプラス省エネ</li> <li>● <b>雷の産業活用</b> 雷エネルギーの活用／雷を活かした林産資源開発、雷見学観光／雷による停電なし</li> <li>● <b>元気高齢者が支えるコミュニティカ</b> 世代間交流、高齢者が案内人・先生役、地元の良さを伝える／海外や他地域との交流による活性化、交換居住／地域でシェアリングエコノミー</li> <li>● <b>しょうどいい田舎</b> 感動を与える自然、子供の自然体験合宿／農業復活、八百津に住めば食に困らない／大都市へのアクセス良好／サテライトオフィス、在宅勤務</li> <li>● <b>水の力の利用</b> 電気代不要の水力の町／森林の中に余暇施設、山で海釣り（養殖）／川で遊ぶ、舟運復活</li> </ul>

北九州市では、多世代が緩やかに繋がったコミュニティやネットワークが形成される一方、AI やロボット技術等の先端技術の応用により高齢社会に応じた新産業が創出され、多様な働き方や学びが実現している未来が描かれた。

上山市では、温泉を生かし、地域の自然を慈しむゆとりある生活と、まちの外から観光客を呼び



込み、健康をキーワードとした活気あるまちづくりを理想とする未来が描かれた。

久米島町では、海洋深層水や海産物等、島の特徴や海の恵みを生かしたビジネスと観光でまち全体が賑わっており、こうした姿が「久米島モデル」として周知され、久米島自体がブランド化している未来が描かれた。

八百津町では、ゆとりをもって豊かな自然の中で田舎暮らしを楽しむと同時に、そうしたライフスタイルを誘因として外部から人を呼び込んで活性化している未来が描かれた。

### （３）学会ワークショップの結果

将来社会の方向性の検討並びにその実現に必要な科学技術・システムを抽出することを目的に、日頃科学技術に関係している専門家の方々を集めたワークショップを実施した。実施に当たっては、多様な社会課題に対応できるよう、幅広い研究領域をカバーし、産業界に所属する専門家も多い、日本学術振興会水の先進理工学第 183 委員会、公益社団法人応用物理学会、一般社団法人日本機械学会（並びはワークショップ開催順）の 3 学会との連携・協力によりワークショップを企画・開催した。各ワークショップには、大学などのアカデミア、公的研究機関、企業や関連団体に所属する 11～34 名が参加した。各ワークショップの検討結果は、以下のとおりである。

#### ● 日本学術振興会水の先進理工学第 183 委員会

当センターと同委員会が話し合い、同委員会の研究分科会テーマをベースとして、基礎科学、環境技術、機能性と技術、反応工学技術、防災の 5 テーマを設定し、2035 年の将来像について検討が行われた。その結果、グループごとにさまざまな意見が出されたが、まとめるとおおむね以下のような提案がなされた。

##### ➤ 将来社会の方向性

スローライフ、モードチェンジ（ある程度の不便・不自由の受容）、次世代コミュニティ（コンパクトシティにおける多世代コミュニケーション）、高齢者の活躍、自然との共生、水資源管理等といった内容が将来社会の方向性として挙げられた。

##### ➤ 取り組むべき課題

コミュニケーションツール開発、啓蒙のための教育、ゲーム等を用いた行動のインセンティブ作り、水素エネルギー社会モデル構築、長寿命インフラ構築、データ一元化とビッグデータ活用等が実現するために取り組むべき課題として挙げられた。

#### ● 公益社団法人応用物理学会

当センターと同学会が話し合い、健康・暮らし、環境・エネルギー、ものづくり・地方創生、安全安心・インフラの 4 テーマを設定し、地域の将来社会像の実現に寄与する科学技術・システムの検討を行った。その結果の概要を図表 S-4 と以下に示す。

##### ➤ 「健康・暮らし」

「未病化社会の構築」がビジョンとして示された。個人ごとにカスタマイズが行われ、健康状態等のセンシングデータに基づくアドバイスにより病院に行かなくてもよい社会が描かれた。この実現のためには、センサ技術、データマイニング、IoT の研究開発等が必要とされた。

➤ 「環境・エネルギー」

人の移動や物流の最適化が重要とされ、そのための共通基盤として蓄電・配電技術が取り上げられた。取り組むべき課題として、新原理電池研究、材料開発、蓄電の高エネルギー化・軽量化・低コスト化等が示された。

➤ 「ものづくり・地方創生」

情報インフラを活用して地域から直接世界に発信するグローバルビジネスが重要とされた。取り組むべき課題として、極リアル再現技術、暗黙知の形式知化、高度バーチャル技術等が挙げられた。

➤ 「安全安心・インフラ」

情報インフラ、特にソフトインフラが注目された。取り組むべき課題として、情報の取捨選択技術、大人数会議のためのバーチャルリアリティ(VR)技術、国際レベルのコミュニケーションのための意識改革、制度・ルール作り等が挙げられた。

図表 S-4 応用物理学会との協働ワークショップによる検討結果

<p><b>健康・暮らし</b> ～未病化社会+高齢者活躍社会、人間力向上～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>臓器プリンタで容易に障害臓器を交換</li> <li>10倍速く加齢する生体モデル（細胞）</li> <li>ゲノム情報、腸内細菌プロフィールで個人にあった処方</li> <li>神経ネットワークや脳活動を非侵襲・無拘束でセンシングする技術</li> <li>格安・汎用ロボットを農業に活用</li> <li>意思決定支援システム</li> </ul>	<p><b>環境・エネルギー</b> 2035年の生活を支える共通技術として～安全な蓄電技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>蓄電の小型化・高性能化</li> <li>生体の高効率エネルギー消費の模倣</li> <li>移動不要の臨場感提供技術（VR、3D化、匂いや味も伝えるディスプレイ）</li> <li>断熱技術（塗料、屋根材）</li> <li>モニタリング・センシングによるデータ蓄積、早期発見</li> <li>最適化シミュレーション</li> </ul>
<p><b>ものづくり・地方創生</b> 地方の強みを活かす～伝統とグローバルビジネスの創成～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伝統(有形・無形)の3Dデジタル化技術</li> <li>特産品の特徴を抽出し体系化できる技術</li> <li>にせブランドを防ぐシステム</li> <li>家庭・学校内仮想空間部屋（地域がコンテンツを提供）</li> <li>五感を忠実に再現できる技術（VR）</li> <li>ロボットソムリエ、スーパー介護ロボット</li> <li>老化部位を取替え可能な再生技術</li> </ul>	<p><b>安全安心・インフラ</b> ～情報インフラを活用したバーチャル生活～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>バーチャル(VR)遠隔医療、AI医師</li> <li>個人認証セキュリティ</li> <li>超軽量センサ、シンプルなおトクセンサ</li> <li>自分を記憶している外部装置、記憶の移動</li> <li>公開情報の検証・信頼性チェック</li> <li>災害予測システム</li> <li>室温超伝導</li> </ul>

● 一般社団法人日本機械学会

当センターの協力の下、同学会イノベーションセンター技術ロードマップ委員会が主体となって、環境・エネルギー、ものづくり・地方創生、健康・暮らし、国際社会、安全安心・インフラの5グループに分かれて、将来社会の方向性に関連する科学技術・システムの検討を行った。その結果概要を図表 S-5 と以下に示す。

➤ 「環境・エネルギー」

将来像として「高効率なエネルギー供給と食料生産」が掲げられた。実現に向けた技術・シ

システムとしては、エネルギー供給技術(変換効率向上、送電ロスゼロ)、高効率輸送、スマート社会インフラ、人と機械の共存による生活の質向上、医療の高度化、食料生産の革新等が挙げられた。

➤ 「ものづくり・地方創生」

将来像として「画期的な予防医療と防災システム～人に優しいものづくりで楽しく暮らす」が提案された。実現に向けた技術・システムとしては、診断用人体シミュレータ、非侵襲マイクロナノロボット、遠隔・非侵襲医療、ゲーム感覚での生体情報蓄積、自立エネルギーシステム、ゴミの出ない社会、3D プリンティング、VR 等が挙げられた。

➤ 「健康・暮らし」

将来像として「健康な暮らし～介護の高度化、長寿命化～」が掲げられた。実現に向けた技術・システムとしては、居住域拡張(宇宙、海等)、環境制御技術、介護自動化、人体機能拡張(睡眠制御、サイボーグ技術)、超長寿命化、個別教育システム等が挙げられた。

➤ 「国際社会」

将来像として「スローライフs ～My Life+My Job～」が掲げられた。”s”は多様な生活の姿を表している。実現に向けた技術・システムとしては、国際教育認証システム、統一通貨、労働力ニーズ把握、VR、ウェアラブル瞬間翻訳機、パワーアシストスーツ等が挙げられた。

➤ 「安全安心・インフラ」

「インフラ・メンテナンス・材料・人間の危機管理能力革命」といった内容が将来像として掲げられた。実現に向けた技術・システムとしては、非接触給電ハイウェイ、地下都市・海上都市、コンパクトシティ、AR・VR 等各種インフラ課題、メンテナンスフリーまたは自動化、新材料(自己修復、高耐久性・強度)等が挙げられた。

図表 S-5 機械学会での検討結果

## 健康・暮らし

### 健康なくらし～介護の高度化、 長寿命化～

- ・AI診断、在宅医療、生体情報センサ
- ・超小型でウェアラブルなロボット
- ・サイボーグ技術
- ・ウェアラブルなんでもセンサ・アクチエーター
- ・感情理解モニタリング装置
- ・ロボット親（見た目、質感、声、においもそっくりなロボット）

## 国際社会

### ～スローライフs My Life+My Job～

- ・ウェアラブル補助器具
- ・高速鉄道で社会のゆとり
- ・VRの充実
- ・ウェアラブル瞬間翻訳機
- ・多様な価値観を享受し、共存する社会システム

## 環境・エネルギー

### ～高効率なエネルギー供給と食料生産～

- ・再生可能エネルギー100%の電力供給
- ・送電ロスゼロ
- ・超潤滑、ゼロ摩擦
- ・高速輸送とAIによる制御
- ・通信の高度化とセキュリティ
- ・ロボット・AIによる、家事・仕事・学習・医療の支援
- ・食料生産革新（栽培面積拡大、高速栽培）

## ものづくり・地方創生

### 画期的な予防医療と防災システム～人に優しいものづくりで楽しく暮らす

- ・人間シミュレーター
- ・非侵襲マイクロナノロボット
- ・ゲーム感覚での健康維持・生体情報の蓄積
- ・完全自動農業、完全自給自足
- ・ゴミの出ない社会、交通事故ゼロ
- ・傘がなくても雨に濡れないシステム
- ・ものづくりを楽しめるシステム（3Dプリンタなど）

## 安全安心・インフラ

### ～インフラ/メンテナンス/材料/ 人間の能力革命～

- ・最短時間・省エネルギーで目的地に到達できる交通管制システム
- ・火山内部常駐ロボット
- ・地下/海上都市化で防災&食糧危機からの解放
- ・鉄道・道路等の保守・メンテナンスの自動化・無人化・ロボットの導入
- ・自己修復材料・自己分解材料
- ・本当に怪我はしない危険体験
- ・記憶のストレージ

#### (4) 総合ワークショップの結果

総合ワークショップでは、地域ワークショップ及び学会ワークショップの結果を共有した上で、地域ワークショップの結果を取りまとめた将来社会像と、学会ワークショップで提案された関連する科学技術とを対応付けたリストを基に、地域ごとにグループを編成し討議を行った。討議においては、将来社会像及び関連する科学技術について項目を追加した後、将来社会像の実現のための取組をステークホルダー別に検討した。

以下に、北九州市における将来社会像の議論を基にした検討結果例図表 S-6 に、将来社会像に関連する科学技術を図表 S-7 に示す。

図表 S-6 総合ワークショップでの将来社会像検討結果の例

高齢者が活躍する”ていたん”ブランドロボット産業の創出	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特産物がブランド化され、鮮度保持技術や偽ブランド防止システムも機能し、地域視点で世界市場に展開するグローバル新産業が地域経済を担っている。</li> <li>● 環境キャラ「ていたん」の発信で、海外からエコツアーや研修に訪れ、先進モデル都市としてビジネスを展開している。</li> <li>● 五感の再現などバーチャル技術が普及し、居ながらにしての体験など、老若男女を問わず楽しんでいる。</li> <li>● ジョブマッチング AI が普及し、高齢者でも働ける環境が整っている。</li> </ul>	
戦略・施策	
個人	先進技術利用をモニターし研究者へフィードバック／若い人にやさしく／VRを積極利用して健康増進／＃ていたん(SNSで魅力発信)
NPO・NGO	高齢者スキルバンク／キャベツ・筍等郷土料理の発信・創作(インバウンドの取り込み)
企業	雇用の提供／北九州に来たら水素があるので光熱費がタダ／産業マッチングビジネス／地域を生かすコンサルティング+プロジェクトマネージメント／農産物ブランドの育成／多様な社外人材の活用
研究機関	ロボットていたん技術の育成／遠隔就労のためのVR研究／ジョブマッチングAI
教育機関	シニア再入学、職業訓練／シニアスクール／アジア等からの研修・実習生受け入れ体制の整備
学会	技能・技術の国際相互認証の仕組みづくり／製品認証・質保証制度の創設
自治体	スタートアップ支援、人材交流／特産品ネットワーク構築のアワード／ベストプラクティスの顕彰・発信／ていたんプロデュースイベントアニメを市役所に常駐／歴史と産業を学ぶ観光アプリ／シニア人材バンク／下関連携(バーチャル百万都市)／異業種からなるコンソーシアム構築
国	研修生受け入れ企業への助成／高度技能者の出入国・在留資格の規制緩和

図表 S-6 将来社会像に関連する科学技術

テーマ	科学技術・システム	
未来型 地域コミュニ ティ	地域サー ビス・ネッ トワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 見守りネットワーク、徘徊モニタリング</li> <li>・ 完全自動翻訳、マイクロウェアラブル翻訳機、異文化学習</li> <li>・ 地域おこし隊、他地域・海外との人材流動・交流</li> <li>・ 問題解決相談員(AI,VR,人)、セミプロ、専門家ネットワーク</li> <li>・ オンサイト・オンデマンド作製・修理システム(3Dプリンタ利用)</li> </ul>
	次世代モ ビリティ・ システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パーソナルモビリティ、無人自動車、原子力自動車</li> <li>・ 自動運転車椅子、自動運転タクシー</li> <li>・ 人が乗れるドローン、無人飛行タクシー</li> <li>・ 最短時間・省エネルギーで目的地に到達する交通管制</li> <li>・ 交通最適制御、AI運行管理システム、大量飛行コントロール</li> <li>・ 3D地理データ計測、超高速(時速1000km)鉄道</li> </ul>



テーマ	科学技術・システム	
	地域住環境インフラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大量・高速通信、VR 無線通信(7G 以上)、個人認証暗号</li> <li>・ オンサイト・オンデマンド省エネ・モノ供給システム</li> <li>・ 自立エネルギーシステム、エネルギー無線伝送、超電導電送</li> <li>・ 超低エネルギーで海水淡水化、海水温コントロール</li> <li>・ 食品大量生産技術、食料・エネルギーの完全自給自足</li> <li>・ 副産物・廃棄物の利用技術</li> <li>・ 地震・津波に耐える住宅</li> <li>・ 火山内部常駐ロボット、深層地下の観測システム</li> </ul>
快適生活	暮らしサポート技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生活支援ロボット(教育、家事、子育て、介護、相談等)</li> <li>・ 見た目、質感、声、においがそっくりなロボット親</li> <li>・ 子供送迎ロボット、買い物ロボット</li> <li>・ ロボット教師、ロボット医師</li> <li>・ テーラーメイド教育システム、才能早期発見システム</li> <li>・ 歩行を補助する全身アシストスーツ(外骨格)</li> <li>・ 遠隔診断・治療、在宅医療</li> </ul>
	高度バーチャル技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 五感の再現技術、居ながらにしての体験</li> <li>・ 五感を伝える VR 技術・無線通信技術</li> <li>・ 楽しみの計測とレコメンド</li> <li>・ 怪我をしない危険体験</li> </ul>
グローバル新産業	働く環境の快適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ジョブマッチング AI、労働代替 AI・ロボット</li> <li>・ 豊かな自然の中でのワークライフバランス生活、休日は田舎で</li> <li>・ サテライトオフィス（大量・高速通信、個人認証暗号技術、AR・VR などの利用）</li> </ul>
	グローバルビジネス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 季節性を生かした地域産品、鮮度を保ち輸送する技術</li> <li>・ 特産物のブランド化、偽ブランド防止システム</li> <li>・ 五感の再現技術(バーチャル特産物販売店)</li> <li>・ 地域の強み・弱みの把握システム</li> <li>・ 先端技術実証実験場(テストベッド)</li> <li>・ ドローン・自動運転・エンターテインメント関連の特区</li> <li>・ 温泉、ナショナルトレーニングセンター</li> <li>・ 環境先進モデル都市、エコツアー</li> </ul>
	伝統・ノウハウの伝承	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 伝統(有形・無形)の 3D デジタル化</li> <li>・ 高齢者の暗黙知のデジタル化</li> <li>・ 特産品の特徴の体系化</li> <li>・ 匠大学(伝統技能伝承教育)</li> <li>・ 伝統品の大量生産(3D プリンタ利用)</li> </ul>
	農林業サポート技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 農業用ロボット、格安・汎用ロボット、ロボットが働きやすい農場</li> <li>・ 需要や天候の影響の正確な事前予測、生産最適管理</li> <li>・ 画期的保存技術、スマートタグ</li> <li>・ 農産物の成分・香り・外見等の指標の計測システム</li> <li>・ 高速栽培技術、完全自動化農業</li> <li>・ 植物の成長シミュレーション、植物を用いた医療</li> <li>・ 副産物・廃棄物の利用技術、植物素材のロボット作成</li> <li>・ 天候に左右されない農作物の収穫、特産物の暗黙知の解明</li> <li>・ 木材利用製品開発、山林シェア、パワードスーツ</li> </ul>

### 3. 総合分析

#### (1) 将来社会の方向性

総合ワークショップにおいて優先して推進すべきとされた重点テーマ、及び、地域ワークショップにおいて高齢社会及び低炭素社会の観点から重要度が高いと評価された暮らしの姿を、すべての結果を総合的に俯瞰し、推進すべき重要項目を整理した結果を図表 S-8 に示す。

図表 S-8 推進すべき重要項目とそれに関連する科学技術

重要項目	高齢社会・低炭素社会への寄与	関連科学技術
居住域のコンパクト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス機能の集中配置により人やモノの移動に伴うエネルギー消費が減少、低炭素社会に寄与する。</li> <li>住民の利便性向上や地域内の共助(互助)による自立生活が高齢社会に寄与する。</li> </ul>	見守りネットワーク／徘徊モニタリング
モビリティ・マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境に配慮した公共交通の充実、自動運転による安定走行が、低炭素社会に寄与する。</li> <li>公共交通による移動手段の確保、まち歩きを通じた健康増進やコミュニティづくりが、高齢社会に寄与する。</li> </ul>	新しい交通手段／パーソナルモビリティ／自動運転／AI 交通制御／最適化シミュレーション／交通事故防止技術／メンテナンスフリー技術／人の活動支援技術
エネルギーや食料等の地産地消	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー導入、送電ロス減、食料輸送距離減等が低炭素社会に貢献する。</li> <li>新鮮な食料の摂取が健康長寿に繋がり、高齢社会に寄与する。さらに、新たな雇用が生まれることで、高齢者の活躍の場が広がる。</li> </ul>	安全な蓄電技術／エネルギー高効率生産／熱エネルギー利用／スマートグリッド／エネルギー供給効率向上(送電ロスゼロ)／自立エネルギーシステム／水素製造／電力貯蔵システム／ビッグデータの農業活用／農業の大規模化・自動化／生鮮品の鮮度維持管理／偽ブランド検出／副産物の利用技術
多様な働き方と学び	<ul style="list-style-type: none"> <li>在宅勤務やサテライトオフィスによる移動距離減が、低炭素社会に寄与する。</li> <li>高齢者の就労が、生産年齢人口減対応、充実感提供等の点で高齢社会に寄与する。</li> <li>移動時間短縮分を自然保護活動や高齢者介助等に充てることで、高齢社会及び低炭素社会に寄与する。</li> </ul>	仮想空間コンテンツ(五感の再現、VR 等)／大量データ転送・省エネルギー通信技術／個人認証技術／伝統のデジタル化／ロボット(教育、家事、子育て、相談、労働等)／ジョブマッチング・技能の数値化／先進地域の事例研究／楽しみや幸せの計測／働き方改革／高齢者雇用促進
健康・医療ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康増進や予防医療から診療・治療、介護までの効率的な提供が、低炭素化に寄与するとともに、介護の人手不足解消、生活の質向上等の点から高齢社会に寄与する。</li> </ul>	無拘束・非侵襲の生体データ計測／健康度の観測手法／ゲーム感覚の健康維持・増進システム／IT 活用の健康増進／生体モデリング・シミュレーション／遠隔診断・医療、在宅医療／AI 医師、ロボット(介護、医療)／心身機能補助・強化／臓器プリンタ／高効率創薬

#### (2) 検討工程の有用性

本調査において試みたいいくつかのアプローチについて、その有用性及び今後の課題について考察を行った結果を以下に記す。

##### ● 複数課題を掛け合わせた検討

本調査では、高齢社会と低炭素社会という、大きな課題を二つ合わせてテーマを設定した。いずれも個別には多くの研究がされており総合的に考える必要性があるテーマであり、今回、これまでの個別テーマの深掘りとは異なるアプローチで取り組んだ。

今回のテーマでグループディスカッションしたが、ある効果への期待の反面で憂慮される事項への言及や、個別では出ないであろう相乗効果や副次的効果等の検討がなされた点が新しい。この経験を踏まえ、今後こうして掛け合わせて検討すべき社会課題は何か、また総合的な議論をどのように誘導するか等の検討が必要である。

- 地域を対象とした検討

今回、第 5 期科学技術基本計画にある「ステークホルダーによる対話・協働」のアプローチの一つとして地域単位のワークショップを実施した。

各ワークショップでは、多様なステークホルダーが自分たちで地域の発展の方向を検討するという対話・協働が適正規模で実現され、参加者から様々な有益な提案がなされた。具体的な施策提案は地域により多様である一方、将来社会像についてはどの地域にも該当する共通項が見出され、特定地域によって提案された事例が、他地域へも展開できる可能性が示唆された。こうした地域での対話・協働から得られた示唆を、国レベルの施策検討に活用することも今後検討が必要である。

- 自治体との連携

地域ワークショップ開催に当たっては、当該地域の状況を把握している自治体に参加者の人選を依頼した。その結果、産学のみならず市民や地元の金融機関等も参画したことから、バランスのとれた多様なステークホルダーの参加でワークショップが実施できた。参加者は、普段は接点の少ない多様なステークホルダーと議論できる貴重な機会となり、他力本願になりがちな課題を自身の問題として考えるきっかけになった、等の手応えを感じており、「協働」を実践することができた。今回の結果より、地域において参加型で議論を行うアプローチとして、自治体が主体になることが有用であることがわかった。

- 学会との連携

今回は、ワークショップの実施に際して多様なバックグラウンドを持つ研究者が多く集まる学会との連携を行った。これにより、将来社会像と科学技術を一定程度は関連づけることができた。こうした学会との協力関係は、科学技術要素の取り込みに効率的かつ有用であった。取り上げるテーマと関連する団体との連携が望まれるが、関連団体側にとっても有益なワークショップとするためには、テーマ設定が重要であることもわかった。当センターが設定するテーマが、関連団体側の関心と合致するとは限らない。効果的な連携構築のためには、お互いのニーズを共有し、検討結果の利用方法まで含めたトータルなデザインを構想・準備段階から共同で考えていくことが必要である。

#### 4. まとめ

地域の理想とする将来社会の実現に向けては、地域コミュニティの役割、地域資源のブランド化、便利さと適度な不便さの共存、ゆとりある真の豊かさ、地域からの海外展開の重要性が共通して指摘された。また、居住域のコンパクト化、モビリティ・マネジメント、エネルギーの地産地消、多様な働き方と学び、及び健康・医療ネットワークが、高齢社会対応と低炭素社会構築の両立に解をもたらす可能性があることが示唆された。

科学技術については、ICTやAIをはじめとする先端科学技術が大きな役割を果たすが、適正技術の社会実装もあわせて重要であるとされた。一方、具体的な推進方策については、社会システム面の関与も多く挙げられた。

今回対象とした4地域は、いずれも国内の多くの地域と共通点を持つことから、様々な形で参考になると考えられる。地域では、高齢社会対応や低炭素社会構築に向けて様々な施策がすでに展開されている。しかし、目指すべき将来像とその実現に向けた具体的な戦略がなければ、将来的には状況の更なる悪化も懸念される。個別施策の推進は、場合によっては望まれない未来を招くこともあり得る。したがって、一つのテーマについて局所最適化の視点から重点的に施策を推進するのではなく、俯瞰的な視野をもって長期的展望で全体最適化を探究する必要がある。地域資源を最大限に生かしてよりよい未来をつくるには、科学技術・社会の両面からの対応を探る必要がある。

特定地域を対象として将来社会展望を行い、その全国展開の可能性を探る本調査のアプローチは、多様なステークホルダーが関与する参加型予測活動のアプローチを、国レベルの科学技術イノベーション政策の検討に取り込むための試みの一つである。今後は、我々が望む未来に科学技術がどのように貢献できるのかを、多様なステークホルダーにより検討した結果を一般化するプロセスの検討が必要である。あわせて、科学技術発展を担う研究者がどのような未来を目指して研究開発を進めているのかを把握することも重要である。さらに、科学技術の負の影響の検討も必要となる。よって、予測活動の高度化が求められ、更なる手法改良が今後の課題である。











