

【産業競争力懇談会 2016年度 プロジェクト 最終報告】

## 【新しい価値を創出する機能的空間ソリューション】

～ Society5.0 を実現する空間価値創造ビジネス ～

2017年2月15日

産業競争力懇談会 **COCN**

## 【エクゼクティブサマリ】

### 1. 本プロジェクトの基本的考え方

地球上の空気は、人類や生物が自由に使える資源だが、様々な要因で汚染されつつある。一方で、空気や空間に対する要求は、国や地域、文化、経済水準等で異なる面も多い。特に先進国では、集中力向上やリラックス促進など、新たな価値を提供する(機能付加)空間の創出にも期待がある。

空気に留まらず、光や音などの五感刺激を制御し、ICT を活用したプラットフォームの提供により新産業が創出できる。2014 年度は空気に関する技術を俯瞰・鳥瞰し、昨年度は様々な分野の技術統合で評価方法や指標を構築し、新たな価値創造を提言した。日本が強みとする様々なセンシング技術、空気や温熱等の制御技術、光や音等の表現技術などを IoT や AI を活用して統合制御することで、世界をリードする空間価値創造ビジネスを創出する。

### 2. 検討の視点と範囲

昨年度議論した新しい価値をもたらす空間ソリューション「集中/リラックス支援」「空間の共有と相互理解」「食料生産/美味しさ増進」を基本とし、本年度は産業・事業の具体化を検討した。様々な空間制御技術、センシング技術および IoT や AI 技術等の統合により、社会課題の解決に留まらず、新たな価値創造の可能性について、理学や工学に加え、人文社会科学を含んだ幅広い分野との融合を行い、議論を進めた。

### 3. 目指す姿

我が国の科学技術政策では、人間のあり方に大きな影響を及ぼし、快適で質の高い人間中心の社会の実現に向けて、新たな高付加価値を生み出す情報収集とこれに基づく具体的な産業創出に力を入れている。本プロジェクトでは、その1つの方向性として、温熱/空気質/光/音など様々な刺激の制御技術と、人の状態を把握する技術とを高度化し、かけあわせることで、個々に応じた付加価値を創造する新産業について提案する。例えば空間制御技術により、①人の心理生理状態を適切にサポートし、健康で人にやさしい住宅・街づくりに最適な環境を実現する。また、②リアルな空間コンテンツにより体験を共有し、かつそのデータを蓄積・活用することで、スポーツや文化、健康等への新たな気付きを誘導し、生き活きたコミュニティを実現する。更に、③高付加価値な農作物とその輸送・保管の高機能化を可能にする。これら3つのシーンを中心に検討を行った。

### 4. 産業競争力強化のための提言および施策と産学官の役割分担

#### 4.1 集中/リラックス支援—居だけで人々の心身を適切な状態に導く空間

##### 4.1.1 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズムの適正化

認知症高齢者は生体リズムを崩しやすく、夜間徘徊などの周辺症状も引き起こす場合があり、介護者の負担増大など社会問題化している。個々人の状態に合わせて照明や空気質等の空間を制御し、生体リズムを適正化できれば、周辺症状の抑制が可能である。その結果、認知症高齢者の QOL 向上、介護サービスの生産性向上、サービスの質の向上につながり、介護離職や介護職人材不足の解消も期待できる。

##### 4.1.2 知的活動におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化

高齢者や女性を含め多様な働き方改革が求められており、企業の健康経営や労働時間の削減のためにも、個々人の生産性を最大化させることが必要である。労働者の状態に合わせた照明や空気質など空間要素の制御によって、集中力など知的活力の高い状態と、リラックス状態とを適切に切り替えられる空間が提供できれば、労働生産性を大きく改善し、経済活動の活性化が可能である。

##### 4.1.3 居だけで人々の心身を適切な状態に導く機能的空間の実現に向けた提言

こうした空間制御技術を活用した新産業の実現には、人への作用メカニズム解明等、効果実証の推進と、健全な市場醸成が必要となる。効果実証には、基礎研究の加速やテストベッド等の環境整備と共に、第三者も入れた公平な評価指標の確立や効果認定スキームが必要である。更に市場認知向上や導入助成等の市場立ち上げ加速も欠かせない。これらを具体化するためには、分野を横断した産学官連携で検討する体制の構築が急務である。

#### 4.2 空間の共有と相互理解—革新的な空間コンテンツによる体験共有空間

##### 4.2.1 新たなコンテンツビジネスの創造

従来はスポーツ観戦や映画のように、コンテンツ(サイバー空間)と現実(フィジカル)の乖離、つまりサービス提供者と個々のユーザーが分断していた。五感をリアルに補完し刺激する高度な空間制御技術や、ICT を活用した空

間情報の伝送により、情緒的なつながりを形成する空間を実現し、あたかも自分が参加しているような体験共有が可能となる。それにより、同時に観戦している者同士が共感し、従来とは異なる感動や行動の喚起といったコミュニティ活性化につながる、新たなスポーツ産業が創造できる。更に、自身の記憶に関するコンテンツを作成し、他者と共有することで、参加意欲や行動意欲、知的好奇心が向上され、精神活動の活性化が可能となる。特に高齢者には、健康寿命延伸の効果も期待できる。

#### 4.2.2 革新的な空間制御によって体験を共有する機能的空間(体験共有コンテンツ)に向けた提言

新産業の実現に向け、体験共有コンテンツの開発、規格に基づく業界横断的商品開発、及びその実証が必要となる。具体的には、体験共有コンテンツ作成に必要な空間情報コードの標準化を行う。また実証実験テストベッド(特区)を活用し、人の行動様式や生体信号などのデータを戦略的に収集・解析することで、空間制御によるコミュニティ活性化の実現手段と評価手法を開発し、その標準化(業界認証)を目指す。また、参加者の思い出・趣味等を共有する「体験共有コミュニティサイト」の構築と活用支援も必要である。

### 4.3 食料生産/美味しさ増進

#### 4.3.1 農作物の生産性向上と高付加価値化、長距離輸送・長期間貯蔵

空間制御技術は、日本の農業の国際競争力強化に向けた国産食料の生産性/付加価値の向上にも貢献できる。植物由来の揮発成分等を活用し、植物の状態に応じた空間制御により、化学農薬によらない安心安全の病害虫防除や、美味しさ/栄養価等の高付加価値化が実現できる。輸送・貯蔵面でも、長距離輸送時の鮮度維持や長期貯蔵に加え、食べ頃に到着させるなど熟成制御も可能となる。更にバリューチェーンを横断した統合制御で、一気通貫の高付加価値化サービスを実現し、フードロス削減も可能である。

#### 4.3.2 我が国の農作物の国際競争力を産み出す機能的空間の実現に向けた提言

空間制御の基礎技術・実用化技術の開発加速や、実証実験環境(テストベッド)の整備が必要である。揮発成分の利用に関する法令整備、新技術の安全性を担保する基準運用ガイドラインの策定など、産学官連携で検討する。更に、高付加価値農作物の商標登録や機能性を訴求したブランド化、「美味しさ」など付加価値の評価指標、新たな食のバリューチェーン構築促進に向けたガイドラインも検討が必要である。

### 4.4 実現に向けた取り組みと、産学官の役割分担

各々の当事者を明確にした上で、シーン毎に協働領域を検討する体制構築を行う。

#### ① 集中/リラックス支援

各種センサ・デバイス機器メーカ、住宅・建築メーカ、及び介護事業者や介護システムメーカ等の産業界と、関連学会の有識者や医療関係機関を含めた産学の連携組織を構築し、生体リズム改善に関する技術開発、および評価指標の構築に向けた活動開始(2017年)。産学官連携によって、効果実証を推進すると共に、認証スキーム構築や啓発活動など市場浸透への地盤作りを行う(2019年)。

#### ② 空間の共有と相互理解

電機、住宅・建築、家具等のメーカと、スポーツ、エンタメ、教育等に関するコンテンツ事業者等の産業界、認知科学、脳科学、心理学等の学术界を中心に、産学官連携にて「共感」「感動」の惹起や評価に関する研究体制と研究環境を構築し、五感刺激を組合せた臨場感実現デバイスの構築、体験共有コンテンツ開発、臨場感評価手法や空間情報のコード化と標準化への整備を行い、特区を活用して体験共有空間の実証を実施する(2020年)。

#### ③ 食料生産/美味しさ増進

電機・空調機器メーカ、化学及び素材メーカに、流通や運輸事業者を含めた産業界と、関連有識者、学术界を含めた産学官の連携体制を構築し、揮発成分の活用や空間制御技術の開発と効果検証を行う実証実験の場を整備する(2018年)。また、府省との連携により農薬法等の法令やガイドラインの整備や新たな食のバリューチェーン構築促進に向けたガイドライン策定等について検討を進める。

これらの活動により、個々人が快適で活力に満ちた生活を送る Society5.0 の実現と、人と地球が繁栄するための行動計画として国連で採択された SDGs(Sustainable Development Goals)の目標の1つである“Good Health and Well-Being”への貢献を目指す。

以上

## 【目次】

1.	背景.....	3
1.1	本プロジェクトの基本的考え方.....	3
1.2	2014-2015年度の取り組み:鳥瞰から競争力のある新事業具体化、コア技術の議論へ.....	3
1.3	産業・事業の具体化に向けた検討の視点と範囲.....	4
2.	新しい価値を創出する機能的空間の目指すべき姿.....	4
3.	集中/リラックス支援(人々の心身を適切な状態へ導く機能的空間).....	5
3.1	社会背景・目指すべき姿.....	6
3.2	コアとなる要素技術.....	7
3.3	実現に向けた課題、阻害要因.....	9
3.4	解決するための施策(産学官の役割分担).....	10
3.5	展開できるシーンと顧客価値.....	11
3.6	産業競争力強化のための提言および施策.....	14
4.	空間の共有と相互理解.....	16
4.1	社会背景と検討の方向性.....	16
4.2	コアとなる要素技術.....	17
4.3	実現に向けた課題と阻害要因.....	18
4.4	解決するための施策(産学官の役割分担).....	19
4.5	展開できるシーンと顧客価値.....	21
4.6	産業競争力強化のための提言および施策.....	23
5.	食料生産/美味しさ増進.....	25
5.1	社会背景・目指すべき姿.....	25
5.2	目指すべき姿を実現する際の課題.....	26
5.3	コアとなる要素技術.....	27
5.4	実現に向けた課題、阻害要因.....	32
5.5	解決するための施策(産学官の役割分担).....	33
5.6	想定される事業内容と顧客価値.....	34
5.7	産業競争力強化のための提言および施策.....	36
6.	今後の取り組みとロードマップ.....	37
6.1	集中/リラックス支援—居るだけで人々の心身を適切な状態に導く空間.....	37
6.2	空間共有と相互理解—革新的な空間コンテンツによる体験共有空間.....	38
6.3	食料生産/美味しさ増進—農作物の生産性向上と高付加価値化、長距離輸送・長期間貯蔵.....	39
	【付録】.....	40

## 【はじめに】

科学技術イノベーション総合戦略 2016 では、超スマート社会構想「Society5.0」の深化と推進を掲げているが、Society5.0 によって実現すべき新たな経済社会のイメージとして、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができる、人間中心の社会を挙げている。さらに、この姿に向かうために、人間のあり方そのものにも大きな影響を与えるような新たな科学技術の進展への取り組みを通じて、未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出を実現するとしている。すなわちわが国科学技術政策において、人間のあり方に大きな影響を及ぼす快適で質の高い人間中心の社会実現への検討と新たな高付加価値産業創出への検討は大きな期待を受けている。

人間のあり方に大きな影響を与える新たな科学技術の進展の1つの方向性として、温熱/空気質/光/音などさまざまなアプローチで空間をまるごと制御するとともに、人の状態を把握する技術をかけあわせることでニーズに応じた付加価値を提供する空間制御技術の高度化は有力なものとなる。たとえば空間制御技術を適用することで、健康で人にやさしい住宅・街づくり、生き生きとした社会の実現、地方の農業振興のための高付加価値な作物の実現等が可能になると期待される。

日本には元来空間を制御する技術や人の状態を把握する技術が数多く開発され、蓄積されてきている。これを応用することでこれらの社会が実現でき、今後の日本が進むべき科学技術のイノベーションに対する一端を実現することができる。

本プロジェクトは付加価値を提供する空間制御技術に着目し、特に「集中/リラックスの支援」、「空間の共有と相互理解」、「食料生産/美味しさ増進」という3つの提供価値に関する具体的な検討を行った。

新たな空間価値として検討した「集中/リラックスの支援」や「空間の共有と相互理解」は、人間が対象であり、刺激の強弱のみで制御するだけでなく、他要素を含めることで効果を高めたりするということが考えられ、複数人で構成されるコミュニティを対象と捉えることで、相互作用を活用できることが期待される。同一空間には複数の人間がいて、お互いに影響し合って活動している場合が多い。その関係を刺激し活性化させることで、新たな価値の効果を増大することができる。その実現には重要なファクターである「情緒的なつながり」の制御技術が鍵となる。

一方、「食料生産/美味しさ増進」では、空間制御により食料生産の高効率化、減農薬・無農薬の食料生産が期待されるだけでなく、美味しい、栄養機能の高い作物が望める。また、作物収穫後の保管/輸送においても、低温保持ではなく空間制御によって、保存期間の延長・熟成のコントロール、さらには美味しさや栄養機能の向上が見込まれる。これらの価値向上により、ジャパン・ブランドとして農作物の高付加価値を提唱し、我が国の農産物の国際競争力を強化することが可能となる。

今後、我が国の高度な技術を活かした日本発の新たな産業として実現するために、関係者からの更なるご支援を賜りたい。

産業競争力懇談会  
理事長  
小林 喜光

## 【プロジェクトメンバー】

リーダー	下野 健	パナソニックグループ
メンバー	鈴木裕輔	京都大学
	瀬戸章文	金沢大学
	東 朋美	金沢大学
	東 秀憲	金沢大学
	駒井章治	奈良先端科学技術大学
	古川 聖	東京芸術大学
	大谷智子	東京芸術大学
	中川誠司	千葉大学
	久田 満	上智大学
	塩尻かおり	龍谷大学
	藤巻 真	産業技術総合研究所
	曾根秀隆	理化学研究所
	櫻井美栄	I H Iグループ
	知恵賢二郎	I H Iグループ
	鈴木幸人	鹿島建設(株)
	山口 一	清水建設(株)
	柿本隆志	清水建設(株)
	羽鳥桜子	大日本印刷(株)
	西村孝司	東芝グループ
	江波戸明彦	東芝グループ
	高松伴直	東芝グループ
	長澤敦氏	東芝グループ
	岩永寛規	東芝グループ
	佐々木隆	東芝グループ
	小関秀規	三菱電機(株)
	吉岡俊彦	パナソニックグループ
	坂本俊哉	パナソニックグループ
	奥村泰章	パナソニックグループ
	大林史明	パナソニックグループ
	瓜生幸嗣	パナソニックグループ
	是永継博	パナソニックグループ
	佐古利治	パナソニックグループ
	長浜英雄	パナソニックグループ
	藤井俊哉	パナソニックグループ
	森田幸弘	パナソニックグループ
オブザーバー	小寺秀俊	京都大学
実行委員	大石善啓	(株)三菱総合研究所
企画小委員	田中克二	(株)三菱ケミカルホールディングス
COCN事務局長	中塚隆雄	
事務局	島田玄一郎	パナソニックグループ
	二挺木克洋	パナソニックグループ
	阪井英隆	パナソニックグループ
	笹部孝司	パナソニックグループ
	田中真司	パナソニックグループ

## 【本 文】

### 1. 背景

#### 1.1 本プロジェクトの基本的考え方

地球上に存在する空気は、人類や生物が自由に活用できる資源であり、PM2.5に代表される浮遊粒子や感染性物質等への対策という浄化に関する課題がある一方で、空気を求める質や機能は国や地域、文化等で異なり、居住者が求める生活の質(Quality Of Life:QOL)で変化するという側面がある。特に先進国では、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会が高い価値として認められていくことが想定され、空気に付加価値をつけて得られる新たな効果（空気・空間の機能付加）も期待されている。

空気を浄化する技術については有害物質が発生する入口、出口等で、それらを浄化する様々な技術が使われることで用途や分野毎に様々な技術が培われているが、さらに次世代の産業を担うために有力な対象となりえる空気への機能付加の分野は、基礎研究を行っている段階でありいまだ産業化には至っていない。

人々が快適で活力に満ちた生活環境の実現には、空気に留まらず、その空間を構築している光や音など、五感に訴えかけるあらゆる刺激を制御し、ICT を活用してプラットフォームとして提供することで、新たな価値を提供する（機能付加）空間が創出できると思われる。

日本が得意とする様々なセンシング技術、気流制御など空気や温熱等の制御技術、光や音などの表現技術についてはこれまで数多く蓄積されてきた。これらの技術を結集し、IoT や AI を活用して空間を統合制御すれば、人々が快適で活力に満ちた生活を送る Society5.0 の社会が実現できる。また、人と地球が繁栄するための行動計画として国連で採択された SDGs (Sustainable Development Goals) の目標の1つである” Good Health and Well-Being” への貢献にもつながる。

#### 1.2 これまでの取り組みー空気に関する技術の鳥瞰から、競争力のある新事業の具体化、それを実現するコア技術の検討へ

2014年度は「安心・安全の実現に向けた空気浄化技術」研究会として、多くの有識者から知見をいただき、空気に関する社会課題と技術の全体像を描き、技術の鳥瞰図やロードマップ等の作成を行った。

2015年度はこの流れを受け継ぎ、空気浄化から概念を拡張し、空間設計や建材、気流制御も含めた空間ソリューションとして、「安心・安全・快適の実現に向けた空間ソリューション」というテーマで新産業創出に向けた検討を行った。2014年度に鳥瞰した技術や新事業のイメージから、競争力のある新事業の具体化とそれを支えるコア技術を絞り込み、実現に向けた施策を議論した。

具体的には、感染症対策・微粒子制御の分野で、経済価値または社会的価値が高いシーンを絞り込み、具体的な事業や商品を想定して必要となるコア技術を抽出した。更に、

その実現に向けた課題や阻害要因を洗い出し、必要な施策や産学官の役割分担の検討を行った。一方で、新しい空間の価値に対しても検討を行い、最先端の技術動向の情報を得た上で、アイデア検討を試行した。その上で社会的価値が高い事業のイメージとそれを実現するコア技術について議論を行った。議論の結果、大きな社会変革に貢献できるものとして、「集中/リラックスの支援」「空間の共有と相互理解」「食料生産/美味しさ増進」との3つの空間ソリューションを挙げ、その実現に必要な技術開発項目を検討した。しかしながら、ある程度の議論は進んだものの具体的な提言には至らず、大局的な社会展望からの知見から掘り下げた議論が不足しており、さらなる深掘りには異分野の意見を取り入れることが必要であるという課題も見出された。

### 1.3 産業・事業の具体化に向けた検討の視点と範囲

このような背景から、本年度はこれまで議論してきた「集中/リラックス支援」「空間の共有と相互理解」「食料生産/美味しさ増進」について、産業・事業の具体化に向けた検討を行った。様々な空間環境制御技術、センシング技術およびそれらを統合する ICT 技術などにより、人々の心身を適切な状態に導く機能的な環境の実現、情緒的なつながりを促進することによる共感・共創・郷愁といったコミュニティを活性化させる新しい価値の実現や、食料の生産効率化や熟成促進、美味しさ向上といった高付加価値化に向けた検討を実施した。また、この検討に異分野の知見を取り入れるため、理学や工学だけでなく、人文社会科学を含んだ幅広い学術分野との融合を図りながら議論を進めた。

## 2. 新しい価値を創出する機能的空間の目指すべき姿

人間のあり方に大きな影響を与える新たな科学技術の進展の1つの方向性として、温熱/空気質/光/音などさまざまなアプローチで空間をまるごと制御するとともに、人の状態を把握する技術をかけあわせることでニーズに応じた付加価値を提供する空間制御技術の高度化を提案する。

2016年5月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略2016では、超スマート社会構想「Society5.0」の深化と推進を掲げているが、Society5.0によって実現すべき新たな経済社会のイメージとして、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会を挙げている。さらに、同戦略では経済・社会課題に対応して、持続的な成長と地域社会の自律的な発展を目指すべきとし、この姿に向かうために、人間のあり方そのものにも大きな影響を与えるような新たな科学技術の進展への取り組みを通じて、未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出を実現している。すなわち、わが国科学技術政策において、人間のあり方に大きな影響を及ぼし、快適で質の高い人間中心の社会を実現するとともに、ここで得られた観察対象に関するデータを基に、エビデンスに基づいた新たな高付加価値産業創出する可能性は、大きな期待を受けている。

たとえば、空間制御技術を適用することで、人の心理生理状態を適切にサポートする、健康で人にやさしい住宅・街づくりのために最適な環境を実現できる。また、リアルな



空間コンテンツによって体験を共有することで、スポーツや文化、健康等への新たな気付きを誘導する生き生きとした社会の実現や、地方の農業振興のための高付加価値な作物の実現が可能になると期待される。

日本には元来空間を制御する技術や人の状態を把握する技術が数多く開発され、蓄積されてきている。これを応用することでこれらの社会が実現でき、今後の日本が進むべき科学技術のイノベーションに対する一端を実現することができる。

本プロジェクトでは空間制御技術のさまざまな展開可能性に着目し、特に①集中やリラクスの実現、②空間の共有と相互理解、③食料生産や美味しさ増進への高い付加価値実現への具体化検討を、3つのサブワーキングに分かれて行った。



図 1 超スマート社会 (Society5.0) における機能的空間が実現する世界

### 3. 集中/リラククス支援 (人々の心身を適切な状態へ導く機能的空間)

本項目では、空間制御・調整により人を集中・リラククスに導く方法について検討し、その結果、人の心身を適切な状態へ導く機能的空間へと発展した。人間の心理生理状態は、人の行動に対する管理・規制によってもある程度統制可能であるが、人の置かれている空間環境からも影響を受けることが知られている。例えば照明や温湿度・空気質など室内環境要素を適切に制御することによって、心身を適切な状態へと導くことにより、人々の暮らしにおける様々な課題を解決する。ここでは特に、①認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化や、②知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化 など、居るだけで人々の心身の状態が適切に導かれる機能的空間について議論を行った。

本検討では、上記①②にあたる2つの機能的空間について必要となる要素技術や、実現に向けた課題を議論し、産業競争力強化のための提言をまとめた。2つの機能的空間

では社会的背景や要素技術、展開シーン等が異なるため、一部項目については、各々分割して検討を進めた。

### 3.1 社会背景・目指すべき姿

室内環境要素を適切に制御することで実現可能と期待される2つの機能的空間（①認知症高齢者の徘徊などの周辺症状を低減する生体リズム適正化、②知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化）は、わが国が抱える深刻な社会的課題の解決に貢献できる可能性がある。各々について、社会的課題と目指すべき姿を以下に示す。

#### (1) 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化

高齢化に伴って認知症患者が増加し、2020年には325万人まで増加すると言われており[1]。認知症を発症すると、記憶障害、見当識障害、理解・判断力の低下、実行機能の低下等が起こり、日常生活への適応が困難となる場合もある。特に徘徊に関しては、平成27年度に認知症が疑われる行方不明者が12,000名を超え、高速道路や鉄道などで事故に巻き込まれるなど、大きな社会問題となっている。更にこれらに加え、幻覚や妄想、抑うつ、夜間せん妄などの症状は、家族や介護者への負担が大きく、家族の離職や、介護職の離職率が16.5%[2]というように人材の不足に繋がる場合もあり、時には痛ましい事件なども発生している[3]。

政府としても、「認知症施策推進総合戦略（新オレンジプラン）」を掲げて取り組んでいるが、予防の観点では運動、口腔機能の向上、趣味活動など、日常生活における取組が中心であり、研究段階に留まっている。

この問題に対し、照明や匂いなど空間要素を制御する技術により、認知症高齢者の生体リズムを整え不眠や徘徊などの夜間の諸行動が解消されれば、認知症高齢者の健康で快適な生活を支援することができ、介護の生産性向上、ひいては認知症高齢者と介護者にやさしい社会の基盤整備に大きく寄与する。

#### (2) 知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化

一億総活躍が叫ばれる昨今、高齢者、女性、若者を含め多様な生活と仕事の調和のあり方が重要とされている。企業の健康経営維持のためにも、それぞれの立場で最大限生産性を高めて経済活動を活性化させる必要がある。集中力など知的活力の向上やリラックスした状態への適切な切り替えなど、バランスを支援する環境が望まれる。メンタルヘルス上の理由により連続1カ月以上休業または退職した労働者がいる事業場は全体の8.1%にのぼる[4]。また、生産性の国際比較において日本は主要先進国中最も低い水準で[5]、長時間労働は欧米諸国より高い水準[6]であることから、働き方改革など今後の改善が望まれる。

この要望に対し、照明や温湿度・空気質など空間要素を制御する技術により、疲労の低減や集中力の向上などが実現すれば、ワークライフバランスなど多様な活躍がしやすい社会の基盤整備を実現することができる。

### 3.2 コアとなる要素技術

人々の心身を適切な状態へ導く機能的空間を実現するためのコアとなる要素技術について検討した。2つの機能的空間に共通で、人の心身の状態を適切に導くという目的効果の実現に向けては、以下の要素技術が必要となる。

- ・ 認知症対策や集中力向上など、目的効果を実現する空間要素（空間設計・デザイン、温湿度、空気質、光（照明、自然光利用）、色彩、匂い、映像・音など）の制御技術、及び、これらの空間要素がもたらす人への作用機序の理解。
- ・ 知的作業時の集中力評価指標など、目的効果に対する科学的な客観・定量評価指標、及び、人の状態等のセンシング技術

このうち、空間要素の制御技術についてはこれまでもさまざまな研究が行われており、既存要素技術が活用できる可能性もある。2つの機能的空間について、要素技術の開発動向を以下に示す。

#### (1) 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズムの適正化に関する要素技術

人間には昼間の覚醒と夜間の睡眠を適正に制御する生体リズムがあるが、認知症高齢者では特にその調整力が弱まり、不眠や不規則な睡眠/覚醒などが起こりやすい。それに伴い夜間に徘徊や諸行動など周辺症状なども引き起こされやすくなり、介護負担増にもつながっているという問題がある。これに対し、人間の生体リズムを整えるように、照明器具を用いて日中に顔面照度 2500~5000lx 程度の補光を行うこと（ブライツケア）により、認知症時の不眠のケア・徘徊や諸行動など周辺症状の抑制が可能であること [7][8]、適切な匂いの付加でストレス軽減などの可能性があることなどが報告されている。また先行的な研究では、光による認知症の予防・進行抑制など非薬物療法に関する研究 [9]も進められている。

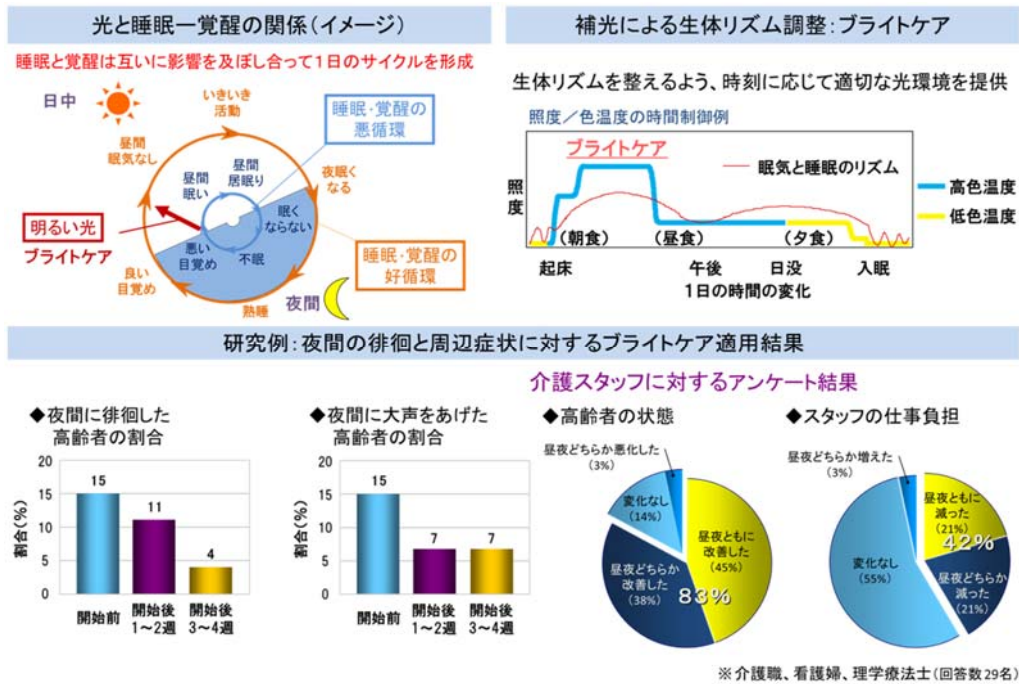


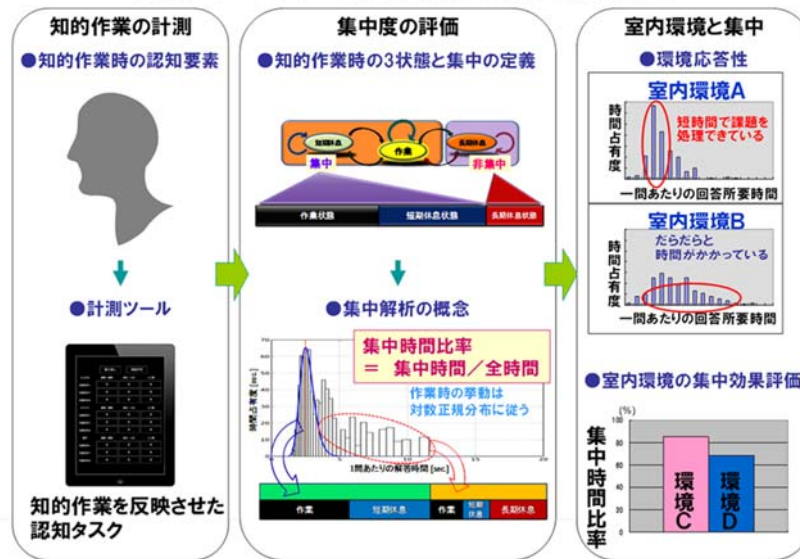
図 2 認知症高齢者の夜間徘徊など周辺症状や介護負担に対する適切な光環境の効果

(2) 知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化に関する要素技術

人の心身価値に関する分野では、適切な評価指標が開発されることによって、それに基づく具体的なソリューション開発が可能になり、新たな価値を持った技術が開発されている。知的活動時の集中度の客観定量評価指標の研究や、それに基づいた照明によるパーソナル空間作りや温湿度や気流の適切な制御により、知的作業時のストレスを低減させ集中力を向上させることが可能であることが報告されている[10][11]。また、音によるストレス解消に関する研究[12]や、香りなどによってリラクゼーションが促進されるという報告もある[13]。さらにブルーライトによる自殺抑制など一部はすでに社会実装されており、こうした人の心身を適切な状態に導く技術については今後の発展が期待される。

## 集中度 客観定量評価指標

認知モデルに基づき作業結果から集中状態を抽出



## 集中向上照明

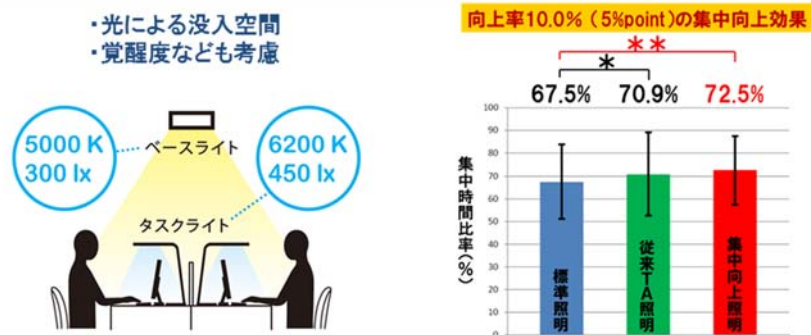


図 3 集中度の客観定量評価指標と集中向上照明の効果

### 3.3 実現に向けた課題、阻害要因

空間制御によって期待される機能的空間を実現するためには、前項で述べたコアとなる要素技術の整備に加えて、確実に効果のある技術が市場で適切に評価されるような評価指標や認定スキームのような仕組みも必要である。機能的空間の実現に向けては以下のような課題が挙げられる。

- ・技術による効果の裏づけ・立証

テストベッドなどでの実証評価の積み重ねによる効果の裏付けと立証が望まれる。また、こうした活動は市場認知にもつながる。

- ・評価指標の共通化

人の心身に関する評価指標は玉石混淆のものが散見されるため、ユーザーの信頼を損ない有望市場が立ち上がらなくなる恐れがある。共通の科学的指標で研究開発・効果評価を行うことが必要で、業界横断的な取組みが望まれる。また、共通化した指標を海外展開することで市場が大きく広がるのが期待される。

・効果認定スキームの構築

機能的空間の効果についても、共通の評価方法や基準に則らなければ業界としての信頼を失う可能性がある。粗悪品の排除のためにも、効果認定のスキームの構築が望まれる。また、認知症高齢者の生体リズム改善補光照明においては、薬機法との関連により、その効果を市場に訴求することが難しく、普及のためには、グレーゾーン解消も含めた法規制の観点からの対応も必要となる。

3.4 解決するための施策（産学官の役割分担）

上記課題を解決するためには、産学官が連携した取組が必要である。機能的空間を実現するためには様々な基礎技術の開発が必要であり、工学、医学、心理学等、多様な分野の有識者の協力が欠かせない。加えて、評価指標共通化、効果認定スキーム等の健全な市場創出に向けた仕組みづくりは最も重要であるが、産業界のみでは難しく、産学官連携による支援が求められる。

機能的空間を社会実装するために必要な取組みを図に整理する。このうち、事例として、認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化については、認知症の不眠ケアの他、先進的な認知症予防への取り組みも取り上げた。また、知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化については、集中力を向上させる機能的空間の取組みについて取り上げた。色づけ部分は民間企業や一部研究機関において取組みが始まっている項目である。研究開発としては、基礎研究全般、評価指標開発、空間要素が人に作用する機序の明確化、空間要素の制御技術開発などが必要である。また効果実証では、様々なシーンでの実証評価の積み重ねが信頼性醸成のためにも重要である。事業化においては、評価指標の共通化、効果認定スキームの設定が特に重要であり、その後、市場啓発活動や市場への導入助成が望まれる。これら社会実装に向けては、残りステップについて、産学官で適切に役割分担・連携を図りつつ進めていくことが望ましい。

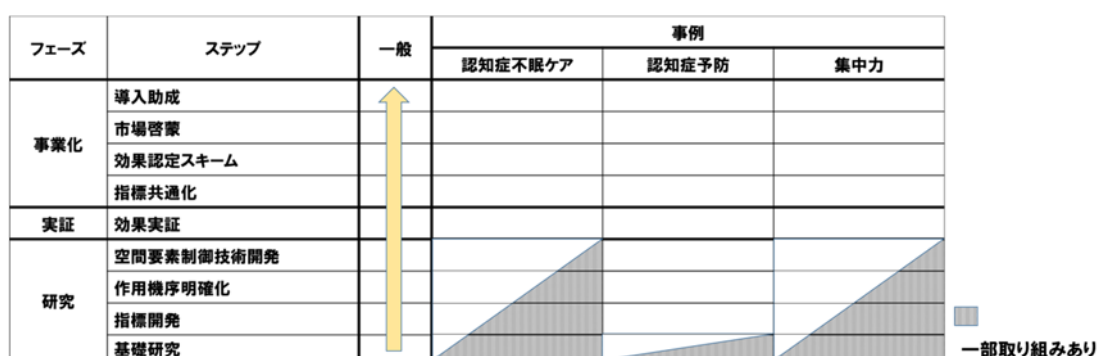


図 4 機能的空間を社会実装するための取組み

#### 【産】

- ・機能的空間制御技術の実用化確立
- ・効果検証実施の積み重ね
- ・認知症ケアや集中力向上など機能的空間の商品開発
- ・事業化推進
- ・共通認定等取得にかかる努力

#### 【学】

- ・機能的空間の評価指標、メカニズム解明、制御技術などに関する基礎研究の拡充
- ・第三者的視点による効果の検証
- ・共通指標設定基準へのアドバイス

#### 【官】

- ・機能的空間に関する基礎研究の支援
- ・効果実証にかかる場の提供
- ・共通指標設定・認定スキーム設定等
- ・市場啓発支援、市場創出支援

### 3.5 展開できるシーンと顧客価値

本項目で検討した2つの機能的空間について、展開を想定できるシーンと顧客価値を検討した。各空間ともに、共通的な評価手法や効果認定等の健全な市場創出を可能にする仕組みを整備した上で、市場の認知を高める活動を行い、社会実装を進めていく必要がある。事業としては、直接空間の利用者である個人に向けた機器やシステムの販売、住宅や室内の設計や建築を提供する場合と、空間設計や建設を行う事業者へ設備や機器、システムの販売やコンサルティングを提供する場合が想定できる。

なお、これらは国内だけではなく、評価指標や機能的空間のパッケージを海外へ展開していくことも期待される。

#### (1) 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化

##### <シーン1> 高齢者施設や、要介護者を抱えた住宅

#### 【課題】

夜間の徘徊や周辺症状・介護者の負担増（認知症高齢者は特に生体リズムに不調をきたしやすい。）

#### 【実現手段・商品】

時刻に応じて色温度や照度を制御し生体リズムを整える照明機器、におい成分の噴霧や除去などを行う空気質制御装置

#### 【顧客価値】

- ・認知症高齢者：認知症を抱えつつ快適かつ健康な生活の実現（人権の確保）
- ・介護者：認知症高齢者の睡眠良化による夜勤負担の軽減
- ・介護事業者：介護サービスの生産性の向上（職員が本来の介護サービスを提供で

きる時間が増加)、介護者の離職率低減。

【事業内容】

機能的空間の設計・建設、室内環境に関わる建材・設備・機器、システムの販売、空間コンサルティングサービス など



図 5 高齢者施設における生体リズムを適正にする機能的空間

(2) 知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化

<シーン1> オフィスや生産現場、テレワークなど短時間で利用される施設、医療従事者などが勤務する作業負荷の高い職場

【実現手段】

知的活動場所の照明、空調、空気質などを時刻やシーンにあわせて適切に制御する空間環境制御設備・システム

【顧客価値】

- ・ エグゼクティブ：知的生産性の向上、メンタルヘルス向上、多様な働き方の促進
- ・ 一般作業員：疲労やストレスの抑制、集中力向上、ワークライフバランスの確保

【事業内容】

機能的空間の設計・建設、室内環境に関わる建材・設備・システムの販売、設計や効果評価などコンサルサービス など

<シーン2> 在宅勤務や子供の学習を行う住宅

【実現手段】

宅内の照明、空調、空気質などを時刻やシーンにあわせて適切に制御する空間環境制御設備・システムや、パーソナル支援機器・家電

【顧客価値】

疲労やストレスの抑制、集中力の向上、知的活動効率の向上、子供の学習時の集中力向上などで効果的な学習促進など

【事業内容】



住宅・室内の設計・建築、室内環境に関わる建材・設備・機器・システムの販売、パーソナル支援機器や家電などの販売 など

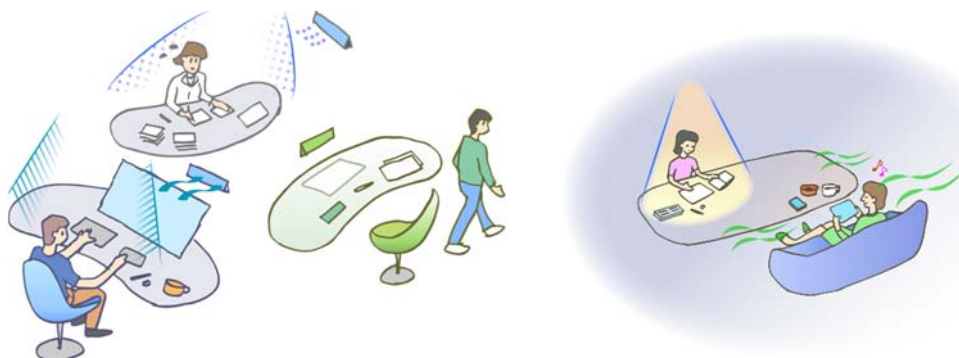


図 6 オフィスや家庭におけるストレス低減や知的活力向上を最適にする機能的空間

機能的空間を実現することによって、認知症に伴う介護負担増加への対応や一億総活躍の実現等様々な社会的課題の解決に貢献することが可能である。機能的空間の実現によって期待される効果を表 1 に示す。

表 1 機能的空間の実現により期待される効果

① 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化空間	② 知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化空間
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 認知症患者の QOL 向上</li> <li>・ 認知症介護者の負担軽減 ⇒ 介護離職ゼロ、介護職の人材不足対策</li> <li>・ 介護サービスの生産性向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 労働者の QOL 向上</li> <li>・ 職場生産性向上 ⇒ GDP 拡大への貢献</li> <li>・ 健康経営の促進</li> <li>・ ワークライフバランス向上</li> </ul>
<p>共通的に期待される効果</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内新規産業「機能的空間」の創出 ⇒ 雇用拡大へ</li> <li>・ 世界市場におけるわが国強み分野の確立（世界に先駆けた指標・認定スキーム確立等）</li> <li>・ わが国の空間制御技術の底上げ ⇒ 産業競争力の向上</li> </ul>	

これら人々の心身を適切な状態に導く機能的空間に向け、以下のステップで順次産業振興が推進されることが期待される。

(STEP1) 日本の高齢者介護市場における認知症高齢者への生体リズム適正化空間、オフィス・住宅への知的活力 ON とストレス OFF の最適化空間の浸透。

(STEP2) 認知症高齢者の QOL 向上と介護負担軽減に伴う介護サービスの生産性向上、健康経営の促進とワークライフバランスの向上、それに伴う機能的空間産業の拡大。

(STEP3) 世界共通的な機能的空間の指標や認定スキームの検討。

(STEP4) 世界の高齢者介護市場やオフィス・住宅市場への機能的空間の浸透・拡大。

### 3.6 産業競争力強化のための提言および施策

上記の通り、様々な効果が期待できる「人々の心身を適切な状態に導く機能的空間」を実現するためには、産学官連携で一体となって以下の取組みを推進することで、事業化加速、産業振興の実現が期待される。

#### 3.6.1 効果実証にかかる場の提供

空間制御による機能付加効果は、企業、研究機関等で研究されているが、健全な市場創出のためには第三者の目も入れた公平な場での実証機会を設けることが必要である。国立研究機関によるテストベッドの貸し出しや、実証導入の場の提供など、機能的空間の効果を適切に評価するための支援が期待される。

例えば認知症高齢者の不眠ケアに対する効果検証のために全国規模での実証の積み重ねが重要で、各自治体と連携して実証を推進する必要がある。そのために、合わせて関連する介護・医療機関の協力体制も検討する。認知症患者の周辺症状低減による経済効果・社会効果は大きいため、国家予算による支援を得る方向性で検討を進めていく。

知的活力向上に向けては、集中力の向上を実現する機能空間の実証を行うために、経済産業省等に産学連携での多様なフィールドの提供支援をお願いし、実証の積み上げが実現できるよう検討を進める。

#### 3.6.2 評価指標の共通化や効果認定のスキーム作りの推進

人への効果に関わるものでは、多くの価値評価で信頼性に足る指標が確立していない。様々な独自指標や信頼性が明確でない評価が乱立することが予見され、利用者からの信頼や健全な優良市場が形成されない恐れがある。また共通指標ができることで、新たな産業分野が立ち上がり、先述の国家的社会課題が解決されることが期待される。機能的空間価値の先行例として知的活動時の集中度の客観定量指標などが提案されている。こうした評価指標は行政の支援の下で国際的な共通指標化や効果認定スキームが設定されることにより、産学官一丸となった研究開発、社会実装、海外展開が期待される。そのために、産学で科学的指標づくりに向けた研究開発とその裏付けを実証する環境整備や、実績作りなどの認知・普及を進めると共に、経済産業省等と標準化に向けた検討を進める。

またこれら空間価値に関しては、効果認定に関する産学官での有識者会議の設立や、将来的には第三者機関による認定スキームあるいは機能性表示空間のような仕組みなどの検討も進めていく。

#### 3.6.3 市場認知・啓発支援、導入助成などの市場創出支援

機能的空間による様々なシーンへのサポートという新しい産業の立ち上げには、産学

官一体での市場への認知・啓発活動が必要である。また、新市場のスムーズな立ち上げのために、初期には導入助成などの市場創出支援が望まれる。

例えば認知症高齢者の不眠ケア向け照明についてはおおよそ技術が確立しているものの、市場普及には民間企業のみでは困難である。ここで厚生労働省や自治体などの協力を受け、産官連携にて有識者会議などの設立や、高齢者施設へのリーフレット配布等の啓発活動を推進する。新オレンジプランの基本戦略など整合させて、IoT を活用することで、生活環境の情報に医療情報等の様々な情報と融合させ、新たな価値創出が図れると考えられる。また、グレーゾーン解消を含め、薬機法の適用を受けない範囲での市場訴求の確立も重要となる。

また集中力向上の取り組みに関しても、働き方改革・健康経営促進の一環として関連府省などと機能的空間の導入企業への助成施策やトップランナー制度的な仕組みなど新市場創出支援策について協議を進める。

#### 3.6.4 研究開発支援

機能的空間は工学・医学・心理学などによる新たな学際領域であり、更なる付加価値の創出と多角的な実用化技術開発に向けた産学連携での多様な学術分野からの横断的な研究が必要であるため、文部科学省に対して研究開発への支援を望む。

認知症高齢者の不眠ケアにおいては、産業界で個人ごとに、その状態に合わせた制御方法の確立や副作用がないことを確認するデータベース作りなどの技術開発も必要である。各種非侵襲センサと AI を用いたその情報処理が有効かつ効果的と考えられるが、各自治体等の協力を得ながら、あらゆる状態の認知症患者によるデータベースの蓄積が必要であり、その試験環境構築に向けた支援が望まれる。

また集中力向上の取り組みに関しても、多様な空間制御手段・その他実現手段の開発による産業の裾野の拡大や、個人個人の属性・状態に応じた制御方法の確立などによる応用発展が期待され、国には産学連携による研究開発の推進を望む。

#### 【参考文献】

- [1] 厚生労働省, みんなのメンタルヘルス総合サイト.
- [2] (公財) 介護労働安定センター, 平成 26 年度「介護労働実態調査」.
- [3] 厚生労働省, 第 2 回認知症高齢者等にやさしい地域づくりに係る関係省庁連絡会議 資料 3-1 行方不明になった認知症高齢者等に関する実態調査結果及び取組について.
- [4] 厚生労働省, 平成 24 年 労働者健康状況調査.
- [5] (公財) 日本生産性本部, 日本の生産性の動向 2015 年版.
- [6] ニッポン一億総活躍プラン 閣議決定資料.
- [7] 伊藤, 他: 高照度光照射による痴呆高齢者の夜間睡眠と行動変化, 平成 14 年度照明学会第 35 回全国大会抄録集, p202, 2002.
- [8] 緑川, 他: 高照度光照射が認知機能の低下を伴う高齢者の行動・心理症状 と介護

者負担へ及ぼす影響, 日老医誌, 51, pp.184-190, 2014.

[9] 大川: 高照度光療法, 日本臨床, 73(6), pp.997-1005, 2015-6.

[10] 宮城, 他: 知的生産性評価のための集中指標の提案, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.16, No.1, pp.19-28, 2014.

[11] H. Ishii, et al : Intellectual productivity under task ambient lighting, Lighting Research and Technology, p.0, 2016.

[12] 増田, 他: 音環境と作業効率の定量的評価の検討 : NASA-TLX および印象評価手法を用いて, 日本音響学会研究発表会講演論文集 2004(1), pp.733-734, 2004.

[13] 今西: 香りと医療・メディカル・アロマセラピー, におい・かおり環境学会誌, 39巻, 4号, pp.221-230, 2008.

#### 4. 空間の共有と相互理解

我が国の来るべき未来の社会像として、快適で質の高い「人間中心の社会」が次世代に期待されている。本項目では、この人間中心の豊かな世界を、空間を制御・演出し、情報を共有することによって、「共感」や「つながり」を形成し、それにより実現する新しい価値について検討を行った。

高臨場感のコンテンツを体験することで、そこに集う目的を持った人々が互いにつながりを形成し合い、さらに知的好奇心を向上させることが可能である。この「体験共有空間」というリアルな“場”における体験の共有は、スポーツや文化、健康などへの気付きを誘導でき、感動やこれにまつわるストーリーの共有から、ひいてはコミュニティの活性化、更には健康寿命の延伸といった社会課題解決の一助となり、これらを牽引する新しい産業振興に繋がると考えられる。そこで、本検討では、「体験共有空間」の目指す姿、実現に必要な要素技術や、実現に向けた課題を議論し、産業競争力強化のための提言にまとめた。

##### 4.1 社会背景と検討の方向性

空前の超高齢社会を我が国は迎えている。医療技術の発達により寿命は延伸されたものの、医療や福祉にかかる予算は年々伸び続け、2016年の給付額は予算ベースで60兆円を超えることが想定されている（H28年度版厚生労働白書）。

人々が生きがいを感じ様々な事柄にチャレンジし、身体のみならず心身活動を積極的に行うことは人々のQOLの向上、ひいては健康寿命の延伸につながると考えられている。科学的因果関係の詳細は不明ではあるが、近年流行した位置情報を利用した携帯端末によるゲームによって引きこもりや鬱に悩まされている方々の症状緩和を誘導したという報告もある。人同士が目的を持った体験を通して、文化や価値観を共有することで「情緒的つながり」を形成し、知的好奇心を向上させることで更なる行動意欲が引き出されることが期待される。臨場感デバイスを駆使した体験共有空間における、体験共有コンテンツが様々な社会課題を解決する新たな産業を創出し得る。

例えば高齢者同士が、全国各所に設置された体験共有空間で実施される伝統行事や、

または各地方の名産品作りを実際に体験するといったこれらの活動を介して、過去の記憶や未来への行動意欲が掻き立てられ、高齢者が連れ立って現地を訪問するなどの身体的出力を誘導することで健康寿命の延伸が期待される。また、体験共有空間によって情緒的つながりが深まり、子供・高齢者・障害者など全ての人々が地域、暮らし、生きがいを共に創り、高め合うことができる「地域共生社会」を実現できる。このため、高齢者を含めた地域のあらゆる住民が役割を持ち、支え合いながら、自分らしく活躍できる地域コミュニティの育成等を推進できる。その結果、地域間交流や地方創生の足がかりになることが期待される。

来る 2020 年東京オリンピック・パラリンピックにおいても臨場感デバイスを用いた体験共有空間では観客の没入感のみならず、同時に観戦している者同士の共感と共に更なる感動や新たな行動を引き出すことが可能となる。従来にはない新たなスポーツの楽しみ方が実現される。また、様々なスポーツを体験出来ることにより、全ての人が気軽にスポーツを楽しむことが出来る。

上記のような人の知的好奇心や行動を活性化できるようなコミュニティの再構築を行うことで様々なレベルにおいて社会の活性化が期待され、情緒的つながりのあるコミュニティの形成から、個人の生きがいの発見につながり、ひいては社会における知的生産活動の向上や健康寿命の延伸等につながるものと考えられる。このような背景から、本検討では、人間が中枢に位置する、ヒューマン・セントリックな科学・技術を実現する基準づくりとともに、同基準に基づいたデータの収集と解析により、エビデンスに基づいた製品やサービスの提供を行うことで新しい産業を展開することを目的とする。

尚、ここでの議論は知識体系の柔軟性を担保するために文理の壁を超えたものとして進められた。人文社会学系のメンバーと理学工学系のメンバーが共に社会課題の抽出とその解決に我が国の科学技術に何が出来るかを議論し、課題解決型を超えた未来志向型の提案として、未来の我が国のあり方、今後必要とされるデータ、世界のあり方を包括的に検討する中でコミュニケーションの活性化を介したコミュニティ機能の賦活を推進する方略の検討を行った。

#### 4.2 コアとなる要素技術

「体験共有コンテンツ※」を効果的に提供・提示するには、従来以上の空間要素連携制御（映像、音響、空調など）の運用が必要であり、「コンテンツ関連技術」、及びこのコンテンツを演出・再現可能な「臨場感実現デバイス関連技術」の調査・議論・構築が急務である。（※体験共有空間において提示され、ヒトの五感を刺激可能な空間情報を有するコンテンツのこと。）

##### ○体験共有コンテンツの作製技術

既存のコンテンツは映像情報が主であり、人の五感をリアルに補完するには不十分である。高臨場感を持つ空間の実現に向けて、人の五感を適切に刺激することが求められる。つまり、演出・再現すべき映像や音響に加えて、その空間情報（温湿度、照明、空調、におい等）のコード化・デコード化技術が必要である。その上で誰もが気軽に「臨

場感コンテンツ」を創るために必要な、空間情報を取得するキャプチャデバイスの開発、コンテンツを保存・運用する「臨場感プラットフォーム」の枠組みが必要である。

#### ○映像技術（視覚的体験）

空間を作る重要な因子である視覚刺激に関しては、ディスプレイとして様々なハードウェアが現存するが、広視野かつ全周囲に映像情報を与えることが必要と予想される。そのため、ドーム型ディスプレイ技術が要素技術のひとつとして考えられる。ドーム型ディスプレイは、巨大なもの[14]（愛・地球博日本館、現国立科学博物館）から、最近ではMRI診断装置の磁場内といった特殊で狭い環境にも適応されている[15]。比較的小型の装置でも高い臨場感が得られるとされており、個々に装着が必要なヘッドマウントディスプレイや、視距離とパネルサイズにより著しく効果が変わるフラットパネルディスプレイ[16]にくらべて、ディスプレイのサイズ適合性が非常に広い。

#### ○音響技術（聴覚的体験）

聴覚刺激は音の散乱、拡散、反射といった効果が空間の特性に強く依存するため、振幅・位相制御レベルでの音の制御を実装する必要がある。例えば、立体音響技術においては、従来の技術では頭を動かすと音像を知覚できないために聴取位置が限られていたが、最近では制御手法の改良により聴取位置にロバストな方式も開発され[17]、ポータブル機器などサイズの異なる機器にも適用範囲が拡張されている[18]。

#### ○モダリティー制御技術

空間における感覚は、気温、湿度、太陽光など自然環境を模した照明や空調の制御が必要であり、これにより例えば風の流れなどの表現も可能となる。物理刺激は「振動」が代表例として挙げられる。映像、音響、空気質に振動を加えることで更なるリアリティの提供が可能と考えられる。

#### ○人の行動・バイタルデータ取得解析技術

上記空間制御技術を活用した体験共有空間において、参加した人々の「つながり」や「共感」の評価手法や、そのメカニズムの解明も重要な要素技術である。

近年のセンサ技術、カメラ技術、AIや機械学習による情報分析技術の発展から人同士のコミュニケーションの理解において、人の行動データやバイタルデータが重要視され始めている。本検討課題に於いては体験共有空間を用いて様々なコンテンツを提示し、ここで多くの人に楽しんでもらうことを目的としている。この空間において誘発される人の行動やバイタルの変化を取得、解析することによって、「つながり」や「共感」の定量化が可能となる。

### 4.3 実現に向けた課題と阻害要因

「体験共有空間」では、参加し、体を動かし、体験し、感情の変化（楽しみ、喜び）を誘起して様々な顧客価値の提供を企図している。そのため、前章で述べた映像、音響、空気質等の連携により、リアルを再現し、臨場感が得られる「体験共有空間」を実現する上での課題の検討を行い、以下の通り分類・整理を行った。

#### (1) 映像、音響、空気質等を提供・制御する臨場感実現デバイスの課題

○空間コードの標準化・規格化

臨場感実現デバイス（ハードウェア群）の臨場感に係る映像・音響・その他<sup>\*</sup>の空間情報のコード化、またはデコード化の標準化・規格化が必要である。（※温度・湿度・照明・空調・においの再現等）

(2) 臨場感実現デバイスに具体的内容を提供する体験共有コンテンツの課題

○コンテンツ開発の仕組みづくり

コンテンツを開発する上で、自由に使える映像コンテンツデータベースとその構築方法・仕組みを作る必要がある。

（例：古いもの、個人特定が出来ない場合は自由に使える仕組みなど）

○コンテンツ保護（プライバシー・著作権など）

コンテンツに関わるプライバシー・著作権などは保護する必要がある。

○プライバシーを考慮した上で、生体情報や行動データが取られることで利益を享受できているというマインドの醸成(社会通念・意識改革)

コンテンツデータベースに吸い上げられた情報が、プライバシー考慮の上、よりよいユーザー体験(UX)用に利活用されることに対し、過剰な拒否反応を緩和し、理解が得られるような社会通念を醸成する必要がある。

(3) デバイスとコンテンツを融合した「体験共有空間」の課題

○従来方式・技術との差別化

上記(1)、(2)の融合によって得られる「体験共有空間」が、従来の文化やスポーツ鑑賞を行う空間と比較して、これまでにない体験や感動を得られるなど特長づけられる必要がある。また、健康寿命延伸などと言った顧客価値を実現するコンテンツとハードウェア構成の組み合わせの関係把握も必要である。

○臨場感を評価する方法、確立された指標

各種臨場感の評価手法はあるが、特有の利点や限界がある（[19]、[20]）。「体験共有空間」用の評価方法・指標を作る必要がある。

○顧客価値の検証に向けたテストベッド

「体験共有空間」のハードウェア、コンテンツにおいて、健康寿命延伸等の顧客価値の効果が検証されるプラットフォームが必要である。

○大規模な行動データを収集し得る、クリティカルマス<sup>\*</sup>を取得するテストベッド。

大規模なデータを収集するためにはクリティカルマス<sup>\*</sup>に至るまでのデータセットを効率的に早急に取得する必要がある。このためのプラットフォームが必要。

※広く認知されるために、最低限必要とされる供給量

4.4 解決するための施策（産学官の役割分担）

提案する体験共有空間の構築には、様々なプレイヤーが必要となる。体験共有空間は、主に2つの層を立ち上げることでなされる。体験共有コンテンツの再生に関するフィジカル環境と、そのコンテンツを供給するためのサイバー環境の整備である。フィジカル環境には臨場感実現デバイスが、サイバー環境には臨場感プラットフォームとそのプラ

ットフォーム上で用いられる体験共有コンテンツが供給される。

これらを統一的、かつ広い適応性を持たせて活用するためには、まず産業界において、様々な事業者による分業体制が必要不可欠となる。

体験共有空間のエンドユーザーに対して、フィジカル環境の整備に向け、メーカー業界の企業が、ユーザビリティが高く、拡張性の高い臨場感実現デバイスの構築・運用・管理などを担当する。またサイバー環境の整備に向け、臨場感プラットフォームの構築・運用・管理などを情報系企業が、また、プラットフォーム上の体験共有コンテンツの制作・運用などを、コンテンツプロバイダや、コンテンツクリエイターがそれぞれ担当する。情報のやり取りに関しては、コンテンツクリエイターへの様々な情報の提供者としてエンドユーザーがかかわるなど、エンドユーザーとクリエイターの相互補完的な関係の構築が重要となる。これらの多機能なサービスの統括運用に関しては、企画運営を行う企業の関与が必要である。

また、大学・研究機関には、技術的な情報提供や、上記企業群との関わりによってデータを取得し、感動や共感などの評価技術の開発や空間情報のコード化・デコード化に関する技術開発が求められる。

自治体のようなエンドユーザーに近い公的機関は、エンドユーザーに対して体験共有空間を提供し受益の場を現実的に提供する立場としての関与が必要となる。また、国はこれらの関与者に対してスタートアップや、様々な標準化施策、または特区整備などの後ろ盾としてかかわることが望まれる。

#### 【産】

- ・コンテンツ開発とデータベース収集蓄積のシステム
- ・業界横断的製品（映像音響装置等）の開発、既存設備応用開発
- ・実証実験系の構築
- ・システムとして企画運営

#### 【学】

- ・「共感」、「つながり」の評価方法の研究開発
- ・空間情報の評価方法、根拠データ  
    臨場感を評価する指標・標準化（業界認証）  
    空間情報のコード化・デコード化

#### 【官】

- ・空間の提供と整備、主導（商業施設、公共施設）
- ・「体験共有空間」の立ち上げ、市民の巻き込み
- ・実証実験テストベッド（特区）の整備
- ・プライバシーに係る規制緩和と安心感、受益感の醸成



#### 4.5 展開できるシーンと顧客価値

体験共有空間実現のため、臨場感プラットフォーム上に、すべての経験と情報が体験共有コンテンツとしてアーカイブ化される。これらのアーカイブ化された情報と経験を、全国各地に分散配置された体験共有空間において、視聴体験可能とさせるだけではなく、コミュニティサイト上での経験を、サイト間を超えて各個人で共有することが可能になる。

体験共有空間においては、従来の映画や観劇、スポーツ観戦のような従来のショービジネスのような、完全にコンテンツの提供者と個々のユーザーが分裂したのではなく、臨場感実現デバイス上において、体験と実際にいる空間を共有することで、一人一人のユーザーは参加者として、情緒的つながりへと緩やかにつなげるものを想定している。ユーザーに対して、魅力的な共有空間を実現することで、各個人を上記空間への集合を誘導させるとともに、目的を持った体験を通じて、空間と経験を共有することで個人間のつながりを強化し、また生きがいを醸成することが可能となる。

例えば、主たる参加者を高齢者としたときには、高齢者同士が、全国各所で実施される伝統行事や、または各地方の名産品作りを体験共有空間において実際に体験し、その歴史、文化や価値観を共有することでつながりを形成し、知的好奇心を向上させ、更なる学習意欲を誘起させるといった精神活動の活性化が可能となる。更にこれらの活動を介して高齢者が連れ立って、臨場感実現デバイスが設置された空間だけではなく、体験共有コンテンツの中心となった現地を訪問するなどの外出をするようになることで、身体的な活動を誘導させることが可能となり、精神的にも身体的にも健康寿命延伸に繋げることができる。

このような体験共有空間の中心を構成するのは、利用者を引き付け、さらに積極的な参加を誘導する体験共有空間コンテンツの生成とアーカイブ化にある。コンテンツクリエイターは、自らの興味だけでなく参加者の持つ知識、経験、または伝承、個人所有の写真や記録などを活用し、より強く参加者を引き付けることを可能とするばかりでなく、参加者の参加意欲、行動意欲、知的好奇心などを駆り立てることが可能となる。ここに参加者とクリエイターの相互補完的な循環が醸成されることが想定される。

また、メーカー業界などの企業は、臨場感プラットフォームを形成するハードウェアやデータバンクの開発と提供、メンテナンスなどを行い、大学などの研究機関は、臨場感実現デバイス上での新しい試みや参加者への物理的・精神的影響の確認など、更には人の行動データの収集・分析などより先進的な健康寿命延伸への研究的アプローチを進める。国の後押しを用いて、地方自治体は場の提供（就学施設、自治会設備など）により、市民の受益の場の展開を促し、国レベルでの市民活動の促進を行う。

さらに、体験共有空間はあらゆる層の人々を対象に各種体験を提供することができる。2020年の東京オリンピック・パラリンピックを契機に盛り上がるスポーツの新たな楽しみ方にも革新を与えることが可能である。例えば、自治体において提供される臨場感実現デバイスサイトにおいて、あたかも自らが参加したように体験共有が可能となることから、「日本オリンピック・パラリンピック」としての位置づけが達成できることが

期待される。オリンピック・パラリンピックのみならず、各種スポーツ観戦に資する場合においては、体験共有空間の使用のみならず、この空間を体験した人々は実際のスポーツ観戦の場に連れだって訪れることも期待される。

このようなショービジネスとの連携を視野に入れると、あらたな広告媒体ととらえることも可能であろう。様々な分野からの参画も期待され、それらを効率的に運用するためには、企画運営会社などの参入も望まれる。

#### 【各プレイヤーに与える価値】

- 国 健康寿命延伸による膨大な医療費（40兆円）の削減、  
「日本オリンピック・パラリンピック」としての盛り上がり、知恵の伝承、  
あらたな成長産業、サービス産業の創成と活性化
- 自治体 高齢者の活動による地域経済の活性化  
地方における新しい人の集まりの場（経済中心）の生成
- 企業 体験共有空間に必要な各種デバイス収入、及びメンテナンス収入  
また、当該空間から得られる参加者のバイタル・行動データ取得による、  
新規ビジネスや、新規コンテンツの創出
- 大学 新規研究テーマの発掘、国からの研究費の獲得
- クリエイターorベンチャー企業 作品発表機会の獲得、レピュテーション
- フォロワー 高齢者の関心情報の提供など情報共有による繋がり形成
- 顧客  
高齢者：学習意欲、就労意欲、好奇心向上による健康寿命の延伸（家族を含む）、  
知恵の伝承  
一般：没入感の高いスポーツ・文化鑑賞、臨場感による学習効率・理解度の向上、  
知的好奇心の向上や多様な価値観の共有

#### 【事業内容】

- ① 健康増進事業  
空間全体を制御した臨場感を有するコンテンツを、「体験共有空間」に提示することで、  
高齢者へ学習意欲・就労意欲または好奇心を惹起させ、生きがいを感じてもらい健康増進事業
- ② 超臨場感オリンピック・パラリンピック、スポーツ鑑賞
- ③ 感情に働きかける教育（価値観や表現の多様性の理解）
- ④ 体験共有空間を軸とした、新たなサービス産業の生成、新たな広告媒体の生成

#### 【商品・サービス】

- ・臨場感（五感作用）システム  
－映像（ドーム、プロジェクター、フレキシブル OLED など）、音響、空気質（温湿

- 度、照明、風、香り)、空中超音波触覚ディスプレイ、即時感(行動フィードバック))
- ・家電製品の HOME-Link 機能(各家庭にある五感に働きかける家電製品をリンクさせることで臨場感を演出)
- ・各種コンテンツ
  - ー学習、思い出、スポーツ、伝統行事、万博、オリンピック、パラリンピック、スポーツ観戦、観光等



図 7 体験共有空間 (上段:伝統行事(踊り等)体験、下段:名産品や異文化料理作り体験)

#### 4.6 産業競争力強化のための提言および施策

##### ○空間情報コードの標準化とコンテンツ開発

体験共有に効果的な臨場感を演出できる「体験共有空間」システムと、そのコンテンツを開発するために必要な情報コード(温度、湿度、照明、映像、音声、力触覚等の、五感をリアルに補完するために必要な情報)の標準化を行う。産学が連携して複数の情報コードの組み合わせを検討していくが、多くの技術領域に跨るため、産学官連携での標準化が必要と考える。

また多様な空間コンテンツ開発を促進させるための施策が求められる。将来的には機器やコンテンツ売買だけでビジネスが成り立つのが理想だが、システムやハードウェア開発も同時進行となるため、産学のみではコンテンツ開発が進まないことが懸念される。そこで特に初期段階では、官主導にて、コンテンツ開発に共用で利用できる「体験共有空間」システムの整備(テストベッド)や、Society5.0に沿ったコンセプトの設定、開

発費支援など、大学、民間企業が取り組みやすい施策が望まれる。

#### ○実証実験に向けた特区の整備支援

前述の通り「体験共有空間」は、ユーザーのニーズに沿った体験共有コンテンツを提示することで、例えば健康寿命の延伸や、スポーツ産業の振興などへの波及が期待できる。また、「共感」、「つながり」、「感動」などコンテンツに関連する行動データや生体信号の活性化指標（例えば、バイタルなど）が検証できる可能性がある。しかしながらこれらは人が対象であるため、医学上・倫理上の（プライバシーの保護も含む）リスクがあり、産業界だけでは開発や評価が進まない恐れがある。このため産学官連携でのテストベッドの整備、医者やボランティア等の協力が得られる体験共有空間に対する特区の整備が求められる。この特区を設けることで、情報や技術者を世界から集めることができ、空間情報コードの標準化も推進できると考えられる。

#### ○「体験共有コミュニティサイト」の立ち上げと活用支援

コミュニティを活性化させる「体験共有空間」において、一つの注目すべきユーザーグループの一つとして高齢者が想定される。国家戦略で掲げられている高齢者の活躍推進のために、本システムを活用し、生き甲斐を見出すために「つながり」を形成する枠組みを用意することが望まれる。具体的には、自分の知識や経験、専門・得意分野・嗜好分野・興味ある分野などを登録する環境を整備することで、これを参考にクリエイターがコンテンツ化する。これを元に高齢者同士および高齢者と若者が情報を共有したい相手を探し合う。さらに居住地域でまとめて実施することで、地域での新たな活動を促進できる可能性もある。しかしながら、これら新しい技術の情報に触れる機会が少ない高齢者や、理解や利用に時間のかかる高齢者などが存在することが想定されるため、地方自治体を通じた情報発信・継続的な活用支援が必要である。

#### 【参考文献】

[14] 江川克之: 世界初の 360 度全天球型映像「地球の部屋」『長久手日本館』, 映像情報メディア 59(4), pp.495-500, 2005.

[15] T.Sasaki et al: Hyper-Realistic Head-Up Display System for Medical Application, SID2016, 8-2, 2016.

[16] 成田長人, 金澤勝: 画面サイズと観視距離が広視野映像の心理効果に及ぼす影響の検討, 電子情報通信学会技術研究報告. DSP, デジタル信号処理 99(397), pp.29-36, 1999.

[17] 江波戸, 染田, 西村, 蛭間, 他: 両耳複素音圧比に着目した立体音響再生技術に関する研究, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会, 2012.

[18] K.Someda, et al: METHOD FOR BINAURAL SOUND REPRODUCTION WITH WIDER LISTENING AREA USING TWO LOUDSPEAKERS, ICSV23, 2016.

[19] 安藤広志, カラン明子, Norberto Eiji Nawa, 西野由利恵, Juan Liu, 和田充史, 坂野雄一: 臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術, 情報通信研究機構季報, Vol.56, Nos.1/2, pp.157-165, 2010.

[20] 本多明生, 神田敬幸, 柴田寛, 浅井暢子, 寺本涉, 坂本修一, 岩谷幸雄, 行場次朗, 鈴木陽一事:視聴覚コンテンツの臨場感と迫真性の規定因,日本バーチャルリアリティ論文誌、Vol.18,No.1,pp.93-101,2013.

## 5. 食料生産/美味しさ増進

空気・空間に何らかの機能を付加し、新たな価値を創造することで、既存産業の競争力強化や新たな産業創出に結びつけるための検討を行う中で、食料の生産性や付加価値を増進させる機能的空間に関する議論に至った。食料の生産に適した空気環境を実現する制御技術により、収穫率向上や高付加価値の食料生産が可能となり、自給率向上だけでなく、我が国の食料生産を担う産業の競争力を強化することができる。また、鮮度維持のための制御および熟成度の制御により生産した食料を適切な状態で保管・遠距離輸送できるようになるとともに感染や腐敗による食品廃棄物（フードロス）の削減やワールドチェーンの低コスト化も可能となり、強い輸出産業へと発展させることができる。

### 5.1 社会背景・目指すべき姿

食料生産を担う産業の代表とも言える農業は、国民生活に欠かせない食料の安定供給はもとより、地方活性化を担う基幹産業として大きな役割を果たしている。しかしながら、国内では農業人口の高齢化や減少が進む一方、グローバルでは人口増加に伴う食市場の拡大が進むなど、今後、急速な社会構造の変化が見込まれる中で、従来以上の付加価値を生み出せる産業構造への変革により、競争力強化を図ることが急務となっている。

平成 25 年度 食料・農業・農村白書によると、世界の人口増加や経済発展に伴った富裕層の大幅な増加によって、世界の食市場は、2009 年の 340 兆円から 2020 年に 680 兆円まで倍増すると推計されている。また近年は海外において、わが国の農産物・食品は品質面で高い評価を受けており、「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録（2013 年 12 月）されるなど、国産の食料およびその食料を用いた和食を海外に展開していく上での好機が到来している。

我が国の安心・安全な農産物を新鮮な状態で安定的に輸出できる体制を構築することで、世界の食料市場における利益を確保し、我が国の農産物の国際競争力を強化することが可能となる。これにより直接、農作物の生産に関わる農家の所得向上だけでなく、流通などの関連産業の雇用の拡大や関連分野での新規産業創出といった経済的な波及効果が期待できる。さらに国内食料自給率の維持・向上、地域産業の活性化、農業人口の減少抑止などの国内の社会問題の解決にもつながる可能性がある。

そこで、農林水産物・食品の中で、最も空間制御技術の適用の可能性が高いと見込まれる農産物にターゲットを絞り、空間制御技術によって農産物の生産性/付加価値を増進し、国際市場における競争力を強化する方策について検討を行なった。



図 8 農産物の国際市場における競争力強化

## 5.2 目指すべき姿を実現する際の課題

現在の農産物の生産工程における問題として、化学農薬の使用に大きく依存した病虫害防除が行われている点が挙げられる。現在、わが国において使用される化学農薬のコストは年間 4,000 億円にも上っている。化学農薬の使用は、病虫害による被害を確実に低減できるが、生産者である農家にとっては手間の面でも金銭的な面でも大きな負担となっている。特に我が国の農業生産の大部分は中小規模の農家が担っており、さらにこうした農家の高齢化が急速に進行していることから、化学農薬よりも経済的・人的な負担の少ない病虫害防除のための技術確立を行い、化学農薬の使用に頼らず農産物の生産性向上を図ることができれば、農家にとっては大きなメリットとなる。また、化学農薬の使用せずに栽培されたより安全な農作物が安定的に供給されることは消費者にとってもメリットとなる。特に近年、消費者の健康に対する意識の高まりは顕著で、米国においては、有機栽培の市場が食品市場規模全体の 10%にあたる 4 兆円を超えるにいたっている。しかしながら、高温多湿のわが国においては、病虫害被害が多く、完全な無農薬栽培の実現に向けたハードルは高い。実際、現在市場に流通している有機野菜は 0.1%程度とされている。空間制御によって、日本式の無農薬栽培を実現することは、現在有機野菜にアプローチできていない消費者の潜在ニーズを満たすことにも繋がると考えられる。

また、生産工程だけでなく、食料に関するバリューチェーン全体に目を向けると、バリューチェーンの各工程が分断されていることに由来する問題があることが分かる。現在のわが国の食のバリューチェーンでは、生産、流通、販売など工程ごとに事業者が異なっており、それゆえに各シーンにおいて適用される法令や技術、課題が異なる。こうしたいわゆる“分断された”バリューチェーンにおいては、各シーンでの課題解決に向けた個別最適が、必ずしも食のバリューチェーンの最終的な顧客である一般消費者にとっての顧客価値に結びつかないケースや、各シーン間で品質保持の手段や情報の断絶が起こるため最終消費者に対して食料の品質担保が困難なケースがある。

例えば、食のバリューチェーンが繋がっていないために生じる大きな問題の1つにフードロスがある。現在、グローバル市場におけるフードロスによる損失は金額ベースで年間 74 兆円にも上っており、そのうち流通工程における食料廃棄に起因するものが49%と約半数を占めている。流通工程においては、効率化・低コスト化に対する要望が強く、鮮度や品質の担保よりも輸送の効率化・低コスト化が優先されるケースもあり、コールドチェーンの断絶や流通途上での滞留時間増加が発生する。その結果、たとえ食のバリューチェーンの上流にある栽培段階、収穫段階で、農作物の品質や鮮度を維持・向上するための対策がなされていたとしても、下流の流通工程にそうした対策は引き継がれず、最終的な消費者の手元に届ける販売段階では、鮮度や品質の低下に伴うフードロスが発生することになる。

こうした問題に対して、流通工程において鮮度や品質を維持したまま食料の滞留を可能としたり、食のバリューチェーンにおいて流通工程の上流にあたる栽培や収穫の工程、また下流にあたる販売の工程をつないだりする空間制御技術を開発し、流通途上でバッファを設けることができれば、バリューチェーンの最下流にあたる一般消費者の消費状況を加味しながら食料の流通を行うことが可能になる。その結果、フードロスの低減はもちろん、流通のバッファによる出荷平準化により、生産者である農家にとっては買取価格の安定というメリットを生み出すことができる。また、こうした食のバリューチェーン全体における問題の解決は、消費者にとっても、鮮度の良い食料を安定的かつ安価に供給されることによるメリットがある。さらにフードロスの低減や食料の安定的かつ安価な供給体制の整備が十分に進めば、将来的にはSDGsの目標の1つとなっている飢餓の解消の一助にもなり得ると考える。

### 5.3 コアとなる要素技術

#### 5.3.1 空間制御技術

空間制御を支えるコア技術は、温湿度制御技術や気流制御技術など、いわゆる基本的な空調制御技術以外にも、ガス濃度の制御や、光照射量の制御など様々な物理的作用を制御する技術がある。さらにこうした工学的な制御技術に加え、農業においては植物体に作用する物質の散布などの技術も用いられる。特に近年は植物などが本来的に持っている生物機能を高度に活用することより、従来とは質的に全く異なる高機能・高付加価値の農作物を生産できる技術が注目を集めている。こうした空間制御技術は、単体での効果に加え、特に植物工場や貯蔵庫のような閉空間においては、複数の技術を組み合わせることで、その効果をさらに高められることが見込まれる。これまでは農学分野と工学分野でそれぞれが別々に開発されてきた技術を融合したり、農業の現場で経験知や暗黙知として用いられてきた知見や農法を工学的なアプローチによって技術として体系化したりする学際的な研究を進めることで、新たな空間制御技術を構築する上でコアとなる要素技術開発を行う。

#### (1)植物由来の揮発成分を利用した技術

#### ①害虫忌避・天敵誘引

害虫被害を受けた植物は、害虫に対する忌避作用を持つ揮発成分を発することで身を守ることが知られている[21]。また、ある種の植物は、害虫の天敵を誘引する揮発成分を発し、誘引した天敵によって害虫駆除を促し、自身に対する虫害を抑制しようとする。こうした植物の生理機能を利用し、植物の発する揮発成分を人工的に抽出し、圃場に散布する技術によって害虫被害の低減を図ることが可能となる。

#### ②植物免疫向上、食味の改善、栄養成分の増加

植物の中には病害にあうと特定の揮発成分を発するものがあり、その揮発成分を吸収した植物は免疫力が向上することが確認されている。これは植物間コミュニケーションと呼ばれる現象で、病害防除のためコンパニオンプランツとの混植を行なう農法はこの現象を農業に利用した例の1つである。また、他の植物が発する揮発成分を吸収した植物が、自身の食味を変えたり、栄養成分の含有量を変えたりすることが、近年の研究であきらかになってきている。こうした植物の生理機能に作用する揮発成分を人工的に抽出して圃場に散布し、対象とする植物に吸収させることを目的として空間制御技術によって、コンパニオンプランツと混植するよりも少ない作地面積で、植物免疫力向上による病害防除、食味の改善、栄養成分の増加を実現できる可能性がある。

#### ⑤ 空間殺菌

自然界には殺菌作用を持つ植物が多くある。たとえば、わさびにはアリルカラシ油と呼ばれる辛味成分が含まれるが、この成分は殺菌作用を持つと言われており、実際に食品の鮮度保持・防カビを目的として、アリルカラシ油を含浸させたわさびシートが市販されている。このアリルカラシ油は揮発性である上に、酸化されやすく、酸化されると殺菌効果を失ってしまうが、例えば空間制御機能を備えた特殊な輸送コンテナによって、輸送中途切れることなく殺菌効果を持つ揮発成分を供給できれば、農作物・食料の鮮度維持・腐敗抑制を行ないながら長距離輸送や長期間貯蔵を実現できる可能性がある。

#### (2) 炭酸ガス、酸素、水蒸気、エチレングスなどのガス濃度制御技術

植物は光合成によってエネルギーを作り出し生育する。したがって光合成の原料であるCO<sub>2</sub>や水をできるだけ多く植物に吸収させるということは栽培技術として極めて重要である。葉によるCO<sub>2</sub>の取り込みは気孔を通じて行われるが、気孔内部への移動は濃度差による拡散に依存している。このため空気中のCO<sub>2</sub>の濃度を制御することで、光合成の効率すなわち植物の育成の制御ができる。

また、植物は根で酸素を吸収して成長するが、一般の水に代えて酸素を高濃度に溶け込ませた水を供給することで、キュウリやナスなどの野菜で収量の増大が確認されている。

収穫後の農作物の輸送・貯蔵シーンにおいて、庫内のガス濃度を最適な環境に制御する事で農作物の鮮度保存期間を延長する技術としてCA(Controlled Atmosphere)がある。一般に収穫後の植物については、呼吸量により品質の変化が認められる。特に呼吸量の多い植物では酸素ガスの存在により成分消費あるいは熟成により品質低下がある。



一方で酸素が不足した状態でも酸素欠乏により嫌気的な異臭を生じ、品質低下へつながる。CA では一定の低酸素環境下で農作物の呼吸代謝を抑制しながら、呼吸によって酸素濃度が下がりすぎた場合に自動換気を行ない、酸素濃度を最適な一定濃度に保つ制御を行なう。なお、農作物の呼吸量は環境の温度に大きく影響され、10℃で 2~3 倍増加することから、適切な温度調整と酸素ガスの制御が重要である。また水蒸気の蒸散も品質低下を招くため、呼吸量の調整と組み合わせて、環境の水蒸気の制御を行なうことも必要となる。

さらにエチレングスには、果物などの熟成・腐敗を促す作用があることが知られている。熟成していく過程で果物は微量のエチレングスを放出しており、放出されたエチレングスがさらなる熟成を促すことで熟成を加速させることができることを利用し、輸送途中での追熟技術は既にバナナやトマトにおいて実用化されている。

これらガス濃度制御は、その技術の性質上、密閉型の植物工場や輸送コンテナなど閉鎖空間で用いられることが多い。

### (3)光制御による病虫害防除技術

近年、植物の生育に深刻な影響を与えない程度の紫外線照射によって病虫害を抑制できることが報告され、病害防除への利用が試みられている。事例としては、バラうどんこ病の予防やカーネーションのハダニ防除などがあるが、これらの事例では紫外線の中でも波長 280-315nm の UV-B を多く含む光を利用している。UV-B 照射が病虫害を抑制するメカニズムについてはまだ完全に解明されていないが、主に植物の抵抗性向上(防御関連遺伝子の発現)によるものと、病虫害の生育抑制によるものがあると考えられている。今後、防除作用のさらなる解明が進めば、栽培シーンばかりでなく、輸送・貯蔵シーンに応用できる可能性がある。特に植物が本来持つ抵抗性を誘導するための光照射技術については、まだ十分な知見が得られていない部分も多いため、積極的に研究開発を進める必要がある。

### (4)微生物農薬

微生物農薬は、主に栽培シーンにおいて農作物を加害する病虫害を防除する能力を持つ有用微生物を製剤化したもので、様々な微生物(細菌、カビ、ウイルス、天敵線虫)が微生物農薬として利用されている。防除対象の生物以外には影響が少なく選択性が高いという長所があると言われており、人や哺乳動物の健康に対する影響や、環境に対する負荷を抑えられる一方、短所としては、狭い範囲の防除対象にしか効かない、散布適期の見極めが難しいなどの特徴がある。

### (5) オゾン、ラジカルによる空間殺菌

オゾンはフッ素に次ぐ強い酸化力を持ち、かつ最終的には酸素分子の状態になって環境への負荷がないため、水処理、殺菌、脱臭などに用いられている。また、オゾンの分解で生成されるヒドロキシルラジカル(OH ラジカル)は活性酸素中で最も強力な酸化力を有しており、オゾン

よりさらに殺菌、脱臭効果に優れる。OH ラジカルを発生させる方法は幾つか報告例があるが、「オゾン+紫外線照射法」がラジカル濃度の調整や繰り返し性の観点から注目されている。これらオゾン、紫外線等を複数の効果を併用する処理は、促進酸化処理(AOP: Advanced Oxidation Process)と呼ばれている。しかしながら、オゾンの空気中における半減期が 16h であるのに対して、OH ラジカルは 1ms にも満たない。従って OH ラジカルは処理空間で生成する必要がある。この課題に対して、OH ラジカルをナノサイズの微粒子水で包んで寿命を延ばすなどの手法が提案されている。

また、ラジカル的一种である次亜塩素酸は、弱酸性(pH 5~6)の水溶液では非解離型次亜塩素酸(HOCl)として強い殺菌作用を示す。これは、微生物細胞内部への HOCl の透過性に起因している。微生物細胞の形質膜はリン脂質二重層を基本構造としており、イオン化した OCl<sup>-</sup>はこの形質膜を透過することができないが、非解離型の HOCl は容易に形質膜を透過し、細胞の内部において殺菌作用をおよぼすことができる。弱酸性なので人の皮膚や野菜などに刺激や損傷を与えることなく、幅広い農作物と栽培、輸送・貯蔵などの幅広いシーンに適用が可能である。特に収穫後の農作物に適用することで、腐敗を促進する微生物の再感染を予防し、輸送・貯蔵の期間を延ばすための技術については、その効果を発揮するための条件の解明に加え、ラジカルの生成に必要な材料や機器の開発、装置の実装方法、効果や安全性の評価方法などについて、さらなる研究開発を進める必要がある。

### 5.3.2 センシング技術

空間の制御状態を維持したり、制御効果を高めるためのフィードバック制御を行ったりするためには、制御対象である空間や空気質、作用対象となる農作物の状態をセンシングする技術が必要となる。

#### (1)揮発成分センシング

植物由来の揮発成分を利用した空間制御においては、制御対象となる空間中の揮発成分の濃度をセンシングし、目的とする空間において効果の発現・維持に必要な成分濃度が確保されるようフィードバック制御を行なう必要がある。

また、植物は何らかのダメージを受けたときに揮発成分を放出するが、ダメージの種類が異なると放出される揮発成分の種類も異なることが知られている(例えば、同じ植物でも、病害と虫害では放出する揮発成分が異なる。また、同じ虫害でも害虫の種類によって放出される揮発成分が異なる。)[22]。これを利用し、例えば栽培中や輸送・貯蔵中の農作物から放出される揮発成分を常時センシングし、特徴的な揮発成分を検出することで、植物の病虫害の状況などを特定できる可能性がある。

#### (2)空間・空気環境センシング

空間の温湿度、酸素・CO<sub>2</sub>・エチレン等のガス濃度、気流の状態、光の照射量や強度、ラジカル濃度や雑菌の繁殖を抑制する微生物の生存状態のセンシングなど、従来の空間・空気環境制御において制御を行なう物質・状態をセンシングするための技術が必要

である。

このうち温湿度やガス濃度、光の照射量などは、これまでにセンシング技術が確立されており、センサについても小型化・低価格化・普及が進んでいるが、気流の状態や微生物の生存状態をセンシングする技術については、現状では検出のための装置が大がかりであったり、検出時間がかかったりするなどの課題があることから、栽培や流通の現場に実装可能なより簡便な検出技術の開発を行なう必要がある。

### (3)画像センシング

カメラで撮影した植物の色や形などの画像を用いて、栽培中の植物の育成状態や病害状態を検知したり、輸送中の農作物の熟成状態を検知したりする、画像センシング技術が普及してきている。また、近赤外線を対象物に照射し、その反射光（もしくは透過光）を検出することで果物などの糖度をセンシングする近赤外分光分析技術に、近赤外線をセンシングできるカメラを組み合わせ、栽培中や輸送・貯蔵中の果物内部の糖度分布を可視化する技術の実用化に向けた研究が進んでいる[23]。

### 5.3.3 付加価値の評価技術

技術の適用による「美味しさ」「鮮度」「栄養価」「安全・安心」などの付加価値向上の効果を市場に認知させ、競争力強化につなげていくためには、付加価値向上の効果を適切に評価・検証することが求められる。

例えば、現在、実用化されている果物の「美味しさ」に関わる指標の1つに糖度があり、その計測法として近赤外分光による非破壊検査手法が確立されている。しかしながら、実際に人間が感じる果物の「美味しさ」は糖度以外にも、酸味や果汁の多さなどもある。さらに色や形といった外観、場合によっては「食べ慣れている美味しさ」「家族や仲間と一緒に食べることによる美味しさ」など主観的な要因にも左右されることがあり、糖度の高さだけを「美味しさ」の指標とすべきか否かについては検討が必要である。同様に他の付加価値である「鮮度」「栄養価」「安全・安心」についても、何をもってその付加価値を計る指標とすべきかの議論を経た上で、定量化可能な指標の設定とその測定手法・技術の確立が必要となる。

### 5.3.4 自動化・IT化技術

付加価値を担保するために、ここで議論している空間制御技術によって栽培、輸送・貯蔵されたことを証明するためのトレーサビリティシステムが必要である。トレーサビリティシステムの構築には、IT技術の活用が不可欠である。IT技術を高度に活用することにより、栽培環境の記録や制御（種苗管理、栽培）、等級管理（収穫、選果）、流通段階における衝撃・温度・湿度などの環境履歴管理（輸送、貯蔵）、出荷時期の平準化（貯蔵）、加工履歴管理（加工）、品質や産地を保証するための管理（販売）など、バリューチェーンの各シーンにおける事業者間の品質保持の手段や情報の断絶を抑制し、消費者の手元に届くまでの作物の品質を担保できる。特にバリューチェーンの各シーンを横断するサービスの実現にはネットワーク技術の活用が必須であり、各サービス利用形態に

応じた技術開発を進めていく必要がある。

## 5.4 実現に向けた課題、阻害要因

### 5.4.1 基礎技術開発

揮発成分を用いた空間制御技術に関する技術開発については、まだ技術開発の歴史が浅く、基礎的な知見の蓄積が不十分であることから、目的効果を実現する空間制御技術、評価方法の整備などの基礎技術開発が望まれる。特に既存の化学農薬に替わる病虫害防除手段として広く展開するためには、確実に効果を出すことが求められるため、実際の栽培環境における効果検証を十分に行う必要がある。また、揮発成分を用いた空間制御技術を用いて栽培・輸送・加工された農産物を海外に輸出するためには、本技術の科学的な裏付けに加え、国際的な認知を得ていることも重要であるため、研究者の育成を行うなど技術の裾野を広げるための活動も重要になると考える。

また、これと組み合わせて用いられる空調制御技術や光制御技術、空気質制御技術についても、相乗効果を引き出したり、より広範なシーンに適用したりするための高度化に向けた技術開発が必要となる。

特に閉空間で適用されていた空間制御技術を準閉空間や開空間へ拡大適用する場合には、気流や光照射の影響を事前検証するためのシミュレーション技術などの開発も必要になると考えられる。

前述の通り、植物由来の揮発成分を用いた空間制御技術は現時点ではまだ基礎研究レベルであるのに対し、空調制御技術や光制御技術、空気質制御技術の中には実用化レベルに達しているものもあり、各技術の成熟度に差があることから、例えば、

- ① 現時点で実用化可能な技術の組み合わせによる空間制御技術の実装（3年以内の実装）
- ② 現時点で実用化可能な技術に加え、現時点では実証実験レベルまで技術開発が進んでいる技術を組み合わせた空間制御技術の実装（5年以内の実装）
- ③ 現時点で実用化可能な技術に加え、現時点では基礎研究レベルまでしか進んでいない技術を組み合わせた空間制御技術の実装（10年以内の実装）

というように、技術の開発状況に応じて目標とする社会実装の時期を段階的に設定し、各段階においてその時点で実用化可能な複数の技術のベストミックスによる社会実装を行うことで、相乗効果の発揮や、技術導入に必要なコストの抑制、新技術の普及スピードを加速、を実現できる可能性がある。

### 5.4.2 技術の安全性評価基準

機能的空間を実現するには、空間を構成する各要素の状態を定量化して把握することが必要であり、その評価方法や安全基準の存在は必須である。揮発成分を用いた空間制御については、毒性や自然環境に与える影響が、明確になっておらず、その計測方法や安全と判断する基準やガイドラインも存在していないため、技術の社会実装にあたっては安全性の評価基準の設定が必要となる。

#### 5.4.3 実現される付加価値の評価基準

空間制御技術の適用によって増進された付加価値（美味しさ、鮮度、栄養価など）を定量化して評価する方法が確立されていない。

「美味しさ」については、生理的、文化的、情動的、報酬的の4つの要素を軸とした、定量的評価手法も研究されている。また、「鮮度」についても、水分量や収穫後経過時間の他に、青果物においてはビタミン・糖質の変化量などを基準とした評価手法も研究がなされているが、いずれも明確な評価基準として確立された手法として認定されるに至っていない。

#### 5.4.4 技術実装のための法対応

現行の法律やガイドラインは、食の安全・安心を担保する上で重要な役割を果たしているが、こうした既存のルールが新たに開発された技術を早期に社会実装をする上でどのような制約を持つのかについての検討が必要である。例えば、現行の法制度においては、植物の免疫機能を向上させる揮発成分が、混植されたコンパニオンプランツから放出される限り法規制の対象にはならないが、人工的に抽出した揮発成分を空間制御技術を用いて散布すると、例えそれがコンパニオンプランツから放出される揮発成分と同一物質・同一濃度であったとしても、農薬取締法の規制対象となる可能性がある。また、ラジカルを用いた空間殺菌技術の適用についても、ラジカルそのものには残留性がないものの、例えばラジカルの生成に次亜塩素酸などを用いる場合にはラジカルと同時に結合残留塩素が生成されることから、これらの物質が農薬取締法の規制対象となる可能性がある。現在の法律で規定されていないこれらの物質を、もし新たに農薬指定する場合には莫大な費用と膨大な時間がかかる。こうした現状を打破し、有用な新技術を早期に社会実装するために、新規技術の開発と並行して、新技術に対する既存の法制度の適用のあり方や、新たな法対応の必要性について関連省庁と連携しながら、具体的な事例を挙げて検討を進めていく必要がある。

#### 5.4.5 新技術の導入コスト

新技術を利用した空間制御の実装に伴い、栽培や輸送・貯蔵にかかるコストが従来よりも増加する可能性がある。産業力強化のために広く新技術の普及を促進していくためには、コスト耐性の高い高付加価値農作物から新技術の導入を行ない、徐々に低価格帯の農作物への浸透・展開を図るなど、新技術の導入にかかるコストアップのインパクトを抑制するための工夫が必要である。

### 5.5 解決するための施策（産学官の役割分担）

産学官が担うべき役割として、下記のような分担が望まれる。

#### 【産】

- ・ 農業試験場（および営業農場）での実証試験を活用した、揮発成分の栽培環境への添加技術および栄養成分・機能性成分の簡易定量化技術の確立

- ・ 既存栽培（空調）システムとの統合技術の開発、極微量揮発成分センサの製品化
- ・ 異種企業・バリューチェーンの連携

#### 【学】

- ・ 揮発成分を利用した新たな空間制御技術に関する基礎技術/実用化技術の研究
- ・ 機能性揮発成分の作用機構、他品種対応、人工合成法、メカニズムの解明、リスク（毒性）に関する知見の蓄積
- ・ 植物由来成分の機能を増幅させる室内環境因子（温湿度、CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>、その他ガス濃度等と既存空調システムとの統合化検討
- ・ 揮発成分と植物の栄養価、機能性成分の対応付け研究（効果の実証）
- ・ 実用性（安定性、再現性、生産性、コスト等）の検証
- ・ 農場での実証試験
- ・ 植物由来成分（微量化学物質（栄養分・機能性成分・揮発成分））の検出と制御。
- ・ 産学連携で空間制御による効果明確化と評価法・検査法の確立
- ・ 知財権の獲得
- ・ 農作物の評価技術の確立（美味しさ、鮮度、評価指標等）

#### 【官】

- ・ 新たな技術実装に関連する法令の整備
- ・ 新たな技術に対する適切な規制の制定…既存農薬や食品添加物との差別化
- ・ 新農法・新化合物のガイドライン作成、国際標準化
- ・ 研究開発費の補助、事業化費の補助
- ・ 導入拡大に向けた啓発活動
- ・ ブランド化の取り組み推進
- ・ 国際標準構築の枠組み作り
- ・ 特殊輸送コンテナの規格制定及び国際標準化
- ・ 植物由来の揮発成分を用いた空間制御の安全基準、管理規定の確立
- ・ 食料（農産物）の評価方法・公的認証の確立
- ・ 農工連携の推進

### 5.6 想定される事業内容と顧客価値

栽培シーンと輸送・貯蔵シーンの2つのシーンで、展開が考えられる事業内容と顧客価値を検討した。

#### 5.6.1 栽培シーン

##### 【事業内容】

- ・ 高度に生育環境制御・品質管理された高付加価値（美味しさ、鮮度、栄養価、高機能、安全・安心、美しさ、信用等）農作物の栽培・販売
- ・ 生育空間（温湿度、CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>、光照射量、自然由来成分、農薬、益虫、殺菌等）の制御、生育状態（大きさ、色相、栄養価、病虫害等）のモニタリング、をすすめるための農業ノウハウおよび農業システムの販売、メンテナンス

#### 【商品・サービス】

- ・生産履歴が管理され、個別表示された高付加価値な一般汎用農作物
- ・栄養価や機能性成分濃度が高い野菜を生産するための環境制御システム、モニタリングシステム、トレーサビリティシステム、保守体制、ライセンス供与

#### 【顧客価値・社会的価値】

- ・美味しく安全且つ栄養性が高い食材の確保、廃棄食材の低減
- ・高付加価値化による収益拡大、自動化・省力化による生産性向上・高齢化対策、農業ノウハウの伝承・電子化、輸出対応
- ・工業技術の農業分野への展開による新規事業領域の創出と拡大

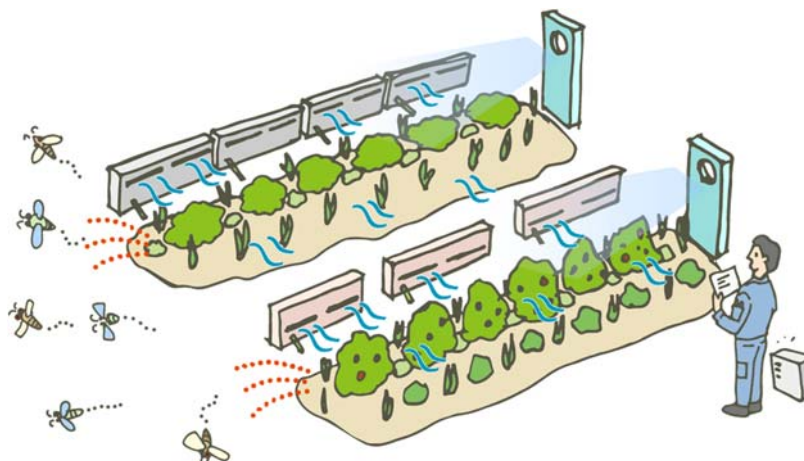


図 9 空間制御技術によって実現される機能性栽培環境

#### 5.6.2 輸送・貯蔵シーン

食物の保管・輸送段階では、食品ロス削減のために、食品の保存期間延長、腐敗防止を目的としてその空間制御を行うことができる。またその技術を応用することで、熟成度のコントロールまで実現することができる。例えば、ラジカル、揮発物質等による品質維持、成熟度管理、微生物管理が可能な特殊コンテナを導入することで、鮮度維持が困難な農作物を遠隔地への輸送や長期間保存が実現でき、出荷平準化によるフードロス低減が期待できるなど、食物の保管・輸送段階での安全性確保にもつながる。

#### 【事業内容】

- ・空間制御技術を活用した陸・海・空の農作物輸送サービス
- ・空間制御技術を活用した倉庫、保冷库などでの農作物の保存・熟成サービス
- ・空間制御デバイスおよびシステム販売

#### 【商品・サービス】

- ・長期保存可能なコンテナ、輸送用トラック、ケース
- ・食べ頃を指定できる保存システム、トレーサビリティ総合管理システム
- ・生産、輸送の履歴の管理記録及びタイムリーな成熟度と鮮度が表示されるス

### マート空間制御機器

- ・微生物・害虫対策技術を用いた管理センシングと空間制御（温湿度、酸素・二酸化炭素・エチレン等のガス濃度、振動 等）システム

#### 【顧客価値・社会的価値】

- ・おいしさ・鮮度・栄養価等が向上
- ・海外等への長距離輸送が可能となり、販路が拡大
- ・食料（農産物）のトレーサビリティの明確化、日本ブランドの確立（安全・安心、美味しさ、栄養素、鮮度、美しさ）

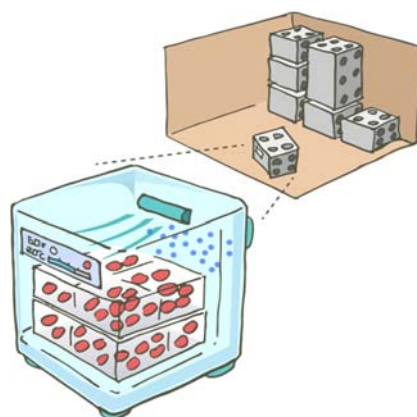


図 10 空間制御技術によって実現される機能性輸送・貯蔵環境

## 5.7 産業競争力強化のための提言および施策

### 5.7.1 技術開発加速のための支援強化

#### (1)新規技術開発加速のための支援

高付加価値な国産の農産物の認知度を高め、急速に成長している世界の食料市場における利益を確保するため、技術開発および技術実装の加速が急務である。特に植物などが本来的に持っている生物機能を高度に活用する植物由来の揮発成分を用いた空間制御技術については、技術の完成度・信頼性向上に向けた科学的裏付けの強化が必要であり、産官学の連携・支援により技術開発を加速する。

#### (2)テストベッド機能の強化

農業分野における新技術の開発においては、技術の効果を検証するためのテストベッドの設置が不可欠である。実証実験を行なうテストベッドとしては現場との距離が近い農業試験場を使うのが現実的であるが、現在の農業試験場は担当行政区の生産者の支援対応に追われており、新規技術の実証を行なうだけの余力がない。農業試験場の人員の増強や、行政区を越えた農業試験場間の連携体制の整備、農研機構研究機関とのシームレスな連携体制の構築、大学や企業におけるテストベッド環境の設置など、開発加速に向けた新たな仕組みづくりを産官学が連携して進める。



### 5.7.2 技術実装のための社会環境整備

- (1)産学官共同で新たな技術を早期に社会実装するための法整備のあり方を検討
- (2)植物由来の揮発成分を用いた空間制御の安全基準、管理規定の確立

### 5.7.3 高付加価値農作物の差別化のためのしくみづくり

- (1)商標登録および機能性農作物のアピールによるブランド化の促進
- (2)国産食料のブランド化を推進するための「美味しさ」指標の策定
- (3)統合された食のバリューチェーン構築促進に向けたガイドラインの策定

食料生産／付加価値を増進する空間制御技術の社会実装によって、食料バリューチェーンを形成する複数のシーンにおいて一気通貫のシームレスなサービス提供を行なうことが可能となり、直接、農作物の生産に関わる農業だけでなくバリューチェーンを形成する流通や販売など他の産業の競争力強化をも実現する。

#### 【参考文献】

[21] 有村源一郎, 小澤理香, 塩尻かおり, 高林純示: 植物-害虫-天敵三者間の相互作用について, 日本農薬学会誌, 26, 174-182, 2001.

[22] Ozawa, R., Arimura, G., Takabayashi, J., Shimoda, T., and Nishioka, T: Involvement of jasmonate- and salicylate-related signaling pathways for the production of specific herbivore-induced volatiles in plants., Plant and Cell Physiology, 41, 391-398, 2000.

[23] 蔦瑞樹, 杉山純一, 相良泰行: ハイパースペクトルシステムによる近赤外分光イメージング手法-メロン糖度分布の可視化事例-, 映像情報メディア学会誌, 56, 2037-2040, 2002.

## 6. 今後の取り組みとロードマップ

### 6.1 集中/リラックス支援-居るだけで人々の心身を適切な状態に導く空間

#### 6.1.1 認知症高齢者の周辺症状を低減する生体リズム適正化空間

##### (1) 産学官連携組織の構築 (2017年~)

各種センサ・デバイス機器メーカー、住宅・建築メーカー、及び介護事業者や介護システムメーカー等の産業界と、関連学会の有識者や医療関係機関との産学の連携体制を構築し、生体リズム改善に関する技術開発、および共通的な評価指標の確立に向けた標準化活動の具体化を開始する。そのうえで、医療とのグレーゾーン解消・ガイドライン作りに向けた、関連府省との議論を開始する(厚生労働省/経済産業省)。

##### (2) 応用開発研究・実証推進 (2018年~)

産学主導で、開発研究結果における認知症の進行への影響度の把握と、個々人への適合制御技術の開発、副作用への安全性検証を実施し、認知症改善のメカニズム解明のための研究推進と症状改善の制御技術の開発を行う。また、産学官連携によって実証の量

的拡大の積み上げを行う。

(3) 市場浸透への地盤作り (2019年~)

産業界にて商品開発を推進し、さらに効果訴求に向けて医師・病院等と連携した実績作りやPR活動を行う。一方、啓発活動のための産学官横断の研究組織の設立を目指す。

(4) 事業化推進 (2020年~)

産業界にて、病院、高齢者施設から一般家庭へと提供する場の拡充を行い不眠ケアからさらなる提供価値へと提供価値の拡充を目指す。省庁に対しては、設備導入助成等による普及加速を求める。

### 6.1.2 知的活動時におけるストレス OFF と知的活力 ON の最適化空間

(1) 産学官連携組織の構築 (2017年~)

産学主導にて、空間価値の具現化に向けた検討体制の構築を検討するとともに、評価指標の標準化に向けた認知普及活動、市場浸透への地盤作りや啓発活動を開始する。

(2) 実用化研究開発・実証推進 (2018年~)

産学主導にて、多様な空間制御手段、その他実現手段の開発による産業の裾野の拡大を目指すとともに、個々人の属性・状態に応じた制御方法の確立と、産学官連携によって実証の量的拡大の積み上げを行う。

(3) 健全な市場創出 (2019年~)

産学官連携活動により、評価指標の共通化・国際標準化、認証スキームの構築を目指すとともに、産学連携にて市場浸透への地盤作りと啓発活動などを行う。

(4) 事業化推進 (2020年~)

産業界にて生産性向上や健康経営実現などを提供価値として事業推進し、府省の協力を受けながら効果の認定の仕組みを構築する。

## 6.2 空間共有と相互理解—革新的な空間コンテンツによる体験共有空間

(1) 基礎研究体制の構築 (2017年~)

電機、住宅、建築、家具等のハードウェアメーカー、スポーツ、エンタメ、教育等に関するコンテンツメーカー等の産業界、認知科学、脳科学、心理学などのアカデミアを中心に、「共感」「感動」を引き起こす技術や評価に関する研究体制及び研究環境の構築を行い、府省と連携して実証実験の場（テストベッド）の整備を推進する。

(2) 基礎研究・評価手法の確立と標準化 (2018年~)

産業界主導にて五感刺激を組み合わせた臨場感実現デバイスの構築を行うとともに、産学連携にて体験共有コンテンツ開発と臨場感プラットフォームの構築を行う。

また、産学官連携にて臨場感評価手法や空間情報のコード化の確立と標準化に向けた整備を推進する。

(3) 実証・実用化準備 (2020年~)

産業界が空間要素制御技術を搭載した商品開発を実施すると共に、産官連携による「体験共有コミュニティサイト」の立ち上げと活用を行う。また、国や自治体の協力を受け

て「体験共有空間」特区の整備を行う。

(4) 事業化推進 (2023 年~)

### 6.3 食料生産/美味しさ増進－農作物の生産性向上と高付加価値化、長距離輸送・長期間貯蔵

(1) 技術開発の加速 (2017 年~)

産学連携にて揮発成分の活用と空間制御技術の技術開発を推進し、府省とも連携し効果の検証のための実証実験の場（テストベッド）の整備を行う。

(2) 技術実装に向けた環境整備 (2018 年~)

産学連携にて揮発成分の利用方法や特殊コンテナなど、新技術活用に必要な安全性等の方法を検討するとともに、府省とも連携して農薬法などの関連法令整備、ガイドライン策定ならびに特殊輸送コンテナの規格制定・国際標準化を押し進める。さらに、空間制御技術の効果の評価方法及び検証方法の確立についても産学官連携で取り組みを行う。

(3) 高付加価値のブランド化 (2019 年~)

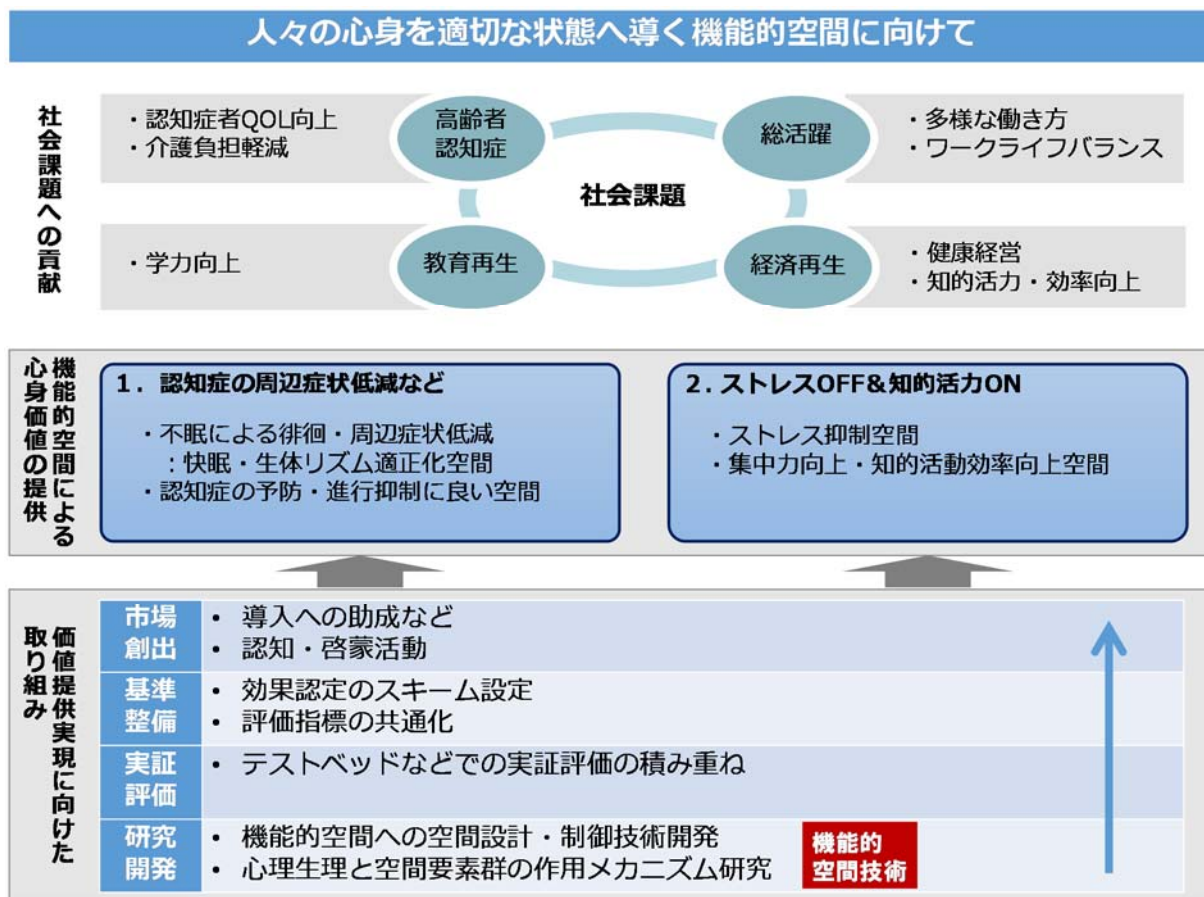
産学官連携によって高品質や機能性をアピールするブランドの構築を行うとともに、「美味しさ」など付加価値の評価方法の検討を行う。

(4) 事業化推進 (2020 年~)

以 上

【付録】

付録 1. 人々の心身を適切な状態へ導く機能的空間の位置づけ



## 付録 2. プロジェクト活動の記録

### ●第1回全体会（キックオフ）

◆日時：2016年5月12日(水) 14:30～17:15      ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

#### ◆内容：

過去活動内容、本年度の活動に対する認識共有

各メンバーの技術紹介

講演：京都大学 内田由紀子様 「つながりがもたらす新しい価値と幸福」

### ●第2回全体会＋分科会①

◆日時：2016年5月25日(水) 13:30～17:05      ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

#### ◆第2回全体会

subWG および subWG リーダー決定

講演：三菱総合研究所 高谷徹 様 「我が国科学技術政策の現状と展望」

#### ◆集中／リラックス subWG①

ありたい姿・あるべき姿の議論&共有

研究事例紹介：

京都大学 下田宏様 「知的生産性の定量的評価方法」

#### ◆空間の共有と相互理解 subWG①

今後の議論の進め方について共有

具体的シーンと顧客価値についてアイデア出し、グルーピング実施

#### ◆食料生産／美味しさ増進 subWG①

議論の進め方とスケジュールを共有

目指すゴールイメージの議論&共有

### ●第3回全体会＋分科会②

◆日時：2016年6月8日(水) 13:30～17:00      ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

OBP パナソニックタワー大阪

#### ◆第3回全体会

講演：東京藝術大学 古川聖様 「『コミュニティを活性化する機能的空間ソリューション』に向けた二つの提案」

#### ◆集中／リラックス subWG②

事業モデルイメージ（対象シーン、提供価値、実現手段、事業形態）の議論

#### ◆空間の共有と相互理解 subWG②

設定すべき想定シーンについての議論、課題の洗い出し

#### ◆食料生産／美味しさ増進 subWG②

論議対象の範囲について認識共有、必要な技術開発内容について議論

●第4回全体会+分科会③

◆日時：2016年6月17日(金) 13:30~17:20 ◆場所：パナソニック Wonder LAB Osaka

◆第4回全体会

ワークショップ：東京藝術大学 大谷智子様「自分自身の専門家と被専門家の部分を意識する」

◆集中／リラックス subWG③

新産業創出につながるアイデアブレスト

◆空間の共有と相互理解 subWG③

用語について認識の共有化（”共有””空間””相互理解”）

想定シーンを「ドーム」に、設定分野を「教育（学習）」に象徴的な対象として仮設定し具体的シーンを深掘り議論

◆食料生産／美味しさ増進 subWG③

過去の COCN で提言された食料分野の活動内容の共有、再確認  
実現手段の具体化と絞込み議論

●第5回全体会+分科会④

◆日時：2016年6月28日(火) 13:30~17:10 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第5回全体会

講演：上智大学 久田満様「コミュニティの状態を決める3つの因子」  
提言骨子を整理するためのフォーマット（提言骨子検討用シート）を配布

◆集中／リラックス subWG④

事業案の具体化検討

◆空間の共有と相互理解 subWG④

学習に関するシーンの洗い出しとカテゴリ分けを実施、6つのカテゴリに整理

◆食料生産／美味しさ増進 subWG④

空間制御技術の実装に関する課題の整理、共有化  
中心とすべき提言内容を議論し、「作物由来物質散布による生産性／付加価値増進のための空間制御技術の開発」加速支援と置くことを認識共有

●第6回全体会+分科会⑤

◆日時：2016年7月11日(火) 13:30~17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第6回全体会

講演：丸紅経済研究所 松原弘行様「『オフィス環境』をめぐる話題提供」

◆集中／リラックス subWG⑤

集中／リラックスを構成する概念について議論、「人の生理心理状態の適切サポート」という位置づけにて認識共有し、提言へ反映することについて合意

◆空間の共有と相互理解 subWG⑤

提言骨子について議論、学習の促進を促す好奇心を惹起する空間として定義することを合意

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑤

提言内容の具体化議論、法規制面などを整理

●第7回全体会＋分科会⑥

◆日時：2016年7月21日(木) 13:30～17:00 ◆場所：OBP パナソニックタワー大阪

◆第7回全体会

講演：龍谷大学 伏木亨様「おいしさの感覚の客観的評価は可能か」

◆集中／リラックス subWG⑥

中間報告ドラフト案の議論。実現への取り組みの流れについて肉付け議論。

◆空間の共有と相互理解 subWG⑥

中間報告ドラフト案の議論。”ドーム”というプラットフォームの価値としての表現について深掘り。

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑥

中間報告ドラフト案の議論。空間制御技術の表現について、植物由来物質と従来の技術とを分類して整理することで共有。

●第8回全体会

◆日時：2016年8月3日(水) 13:30～16:30 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

中間報告ドラフト案の議論。

●第9回全体会＋分科会⑦

◆日時：2016年10月18日(火) 13:30～17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第9回全体会

講演：京都大学 西田豊明様「会話で満ちた空間をめざして」

実行委員会・理事会報告

◆集中／リラックス subWG⑦

下期の検討内容の共有化（産学官での役割分担の明確化、官へのお願い事の具体化）

◆空間の共有と相互理解 subWG⑦

下期の検討内容の共有化（産学官での役割分担の明確化、官へのお願い事の具体化）

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑦

下期の検討内容の共有化（産学官での役割分担の明確化、官へのお願い事の具体化）

●第10回全体会＋分科会⑧

◆日時：2016年11月1日(火) 13:30～17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第10回全体会

講演：東京大学 廣瀬 通孝様「VR2.0の世界」

府省別懇談会日程の共有

◆集中／リラックス subWG⑧

集中およびリラックスの切り口で時間軸と産学官の役割分担の議論。

◆空間の共有と相互理解 subWG⑧

臨場感を持って参加すること、共感の形成に関することについて方法を議論。

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑧

府省との協議事項、産学官の役割分担について議論。

●第11回全体会＋分科会⑨

◆日時：2016年11月22日(火) 13:30～17:00

◆場所：パナソニック東京汐留ビル  
OBP パナソニックタワー大阪

◆第11回全体会

講演：兵庫県立農林水産技術総合センター 相野 公孝様

「微生物を用いた植物病害防除の歴史」

府省別懇談会、個別省庁ヒアリングの結果共有

◆集中／リラックス subWG⑨

提言骨子の具体化に向けた議論。

◆空間の共有と相互理解 subWG⑨

産業イメージの具体化に向けた議論。

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑨

バリューチェーンの構成イメージの具体化に向けた議論。

●第12回全体会＋分科会⑩

◆日時：2016年12月6日(火) 13:30～17:00

◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第12回全体会

府省別懇談会、個別省庁ヒアリングの結果共有

◆集中／リラックス subWG⑩

事業イメージの確認、提言骨子の具体化に向けた議論。

◆空間の共有と相互理解 subWG⑩

実現に向けた課題の明確化に向けた議論。

◆食料生産／美味しさ増進 subWG⑩

提言の全体像の確認、提案内容のアピールポイントの明確化に向けた議論。

●第13回全体会＋分科会⑪

◆日時：2016年12月21日(水) 13:30～17:00

◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第13回全体会

講演：精神・神経科学振興財団 睡眠推進健康機構 高橋 清久様

「心身の健康と睡眠」

個別省庁ヒアリングの結果共有

◆集中／リラックス subWG⑪



中間報告書をベースに最終提言の意見集約と subWG 最終報告ドラフト案の記載修正。

◆空間の共有と相互理解 subWG①

エコシステム構想の具体化、subWG 最終報告ドラフト案の記載修正。

◆食料生産／美味しさ増進 subWG①

省庁との意見交換のフィードバックおよび共有、subWG 最終報告ドラフト案の読み合わせ。

●第 14 回全体会

◆日時：2017 年 1 月 12 日(木) 14:30～17:00      ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第 14 回全体会

最終報告ドラフト案の議論。

以 上

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2 - 2 - 1

日本プレスセンタービル 4階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄