

【産業競争力懇談会 2015年度 プロジェクト 最終報告】

【安全・安心・快適を実現する空間ソリューション】

～感染症・微粒子による健康被害リスク評価方法の確立と標準化～

2016年3月3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

地球に存在する空気は、人類や生物が自由に使える資源だが、PM2.5等の浮遊微粒子や感染性物質等、様々な要因で汚染されつつある。一方、空気や空間に対する要求は、直接生命に関わる普遍的なものもあるが、国や地域、文化、経済水準等で異なるものも多い。特に先進国では、集中力向上やリラックスできるなど、新たな価値を持った空間(機能付加空間)の創出にも期待がされている。

空気浄化に関する技術は用途や分野毎に培われており、技術の個別分散化等から、産業の成長は限定的である。また、新たな空間価値の創出は基礎研究の段階で、産業化には時間を要する。

安心・安全・快適を実現するためには、空気中成分に加えて、その空間を作っている建材や気流制御を含めたソリューションとして提供する必要がある。日本が得意とする、センシング技術、浄化技術を結集し、全体制御することで世界をリードする産業創出につながると考えている。

2. 検討の視点と範囲

昨年度は「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。また、新たな価値を持った空間の創出も検討し、新事業のイメージを描いた。

今年度は空気浄化から概念を拡張し、空間を構成している構造物や気流等の全体制御も含めた空間ソリューションとして、新産業創出に向けて検討を行った。昨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のコア技術を絞り込み、実現に向けた施策を検討した。

具体的には、感染症対策・微粒子制御の分野では、経済価値や社会的価値の高いシーンに絞り込み、具体的な事業を想定して、そのコアとなる技術を抽出した。更に、課題や阻害要因を洗い出し、必要な施策や産官学の役割分担を検討した。新たな価値の空間創出に対しては、最先端の技術動向を把握した上で、アイデア検討を行った。実現可能性があり、社会的価値が高い事業イメージとそれを実現する新技術について議論を行った。

3. 実現を目指す姿

日本の高度な「センシング・浄化」技術を活かし、感染性物質や微粒子のリスクを低減し、健康な人々に安全・安心な空間ソリューションを提供する新産業を創出する。それにより、子どもや高齢者等の弱者から健康な人まで、個々の目的に応じて、安心・安全・快適を提供し、“超スマート社会”の実現につなげる。その技術を応用し、知的活動促進やコミュニケーション活性化等の新たな価値を提供し、快適な空間を実現する。

4. 産業競争力強化のための提言および施策と産官学の役割分担

4.1 感染症対策と微粒子制御

4.1.1 リスクの測定・評価方法の確立と標準化

感染性物質や微粒子のリスクを低減し、健康な人々に安全・安心な空間を提供するには、様々な用途やシーンでリスクを測定・評価することが重要となる。そのためには、悪性の微粒子・感染源・経路・状態等を明確にして微粒子挙動モデルや感染モデルの活用が重要となる。また、この構築は民間企業で行うのではなく、公的な研究機関が中心となり、科学的根拠に基づいて確立することで、共通的なツールとして活用することが可能となる。更に、このリスク低減手法や、それを基にした素材・製品・ソリューションを標準化することで、日本国内から海外へ展開することが期待できる。

4.1.2 提言内容

業界や分野を横断した産官学連携組織(医工連携を含む)により、分散する技術を結集し感染性物質や微粒子のリスク評価方法を確立する。その手法に基づいて、複数の技術を組み合わせ

せてパッケージ化し、新たなビジネスモデルを構築することで、新産業の創出を目指す。更に、同手法に基づいて空間設計指針とその評価方法を制定し、認証体制を構築することで、高い技術力を活用することが可能となる。その実現には、関連府省とのコミュニケーションを強化し、府省横断の推進組織の形態、目指す姿や課題、役割分担を議論・共有することが重要となる。

また、2020年のオリンピック・パラリンピック東京大会の機会をショーケースとして活用することも視野に入れ、早期に実用化できるものを抽出し、実現を図る。

4.2 センシング・浄化技術

4.2.1 コアとなる要素技術

人・空気から感染性物質や微粒子を効率的かつ迅速に捕集し、高感度にセンシングする技術により、表面汚染状態の可視化や、物質を特定してリスクを評価することが可能となる。また、空気や表面を浄化する技術や局所・高速殺菌も鍵となる。同時に、快適性や省エネ性の確保も必要となる。

4.2.2 提言内容と産官学の役割分担

感染性物質、微粒子等の安心、安全、快適に係わる課題に対して、空間やその表面をセンシングし、浄化や制御をすることでリスク低減を図る。各対象の課題や効果を明らかにし、リスクの把握方法の確立やガイドライン等を制定する。

センシング・浄化技術の高度化を前提として、日本発のリスク評価方法の標準化と、世界に向けた発信のために、産官学医工連携体制を発足する。

産業界は、規格に基づく業界横断的製品の実現や、センシング・浄化技術の実用化/応用先検討を行い、研究機関は、リスク評価方法の確立、公的認証や測定方法の確立、センシング・浄化技術の基礎研究による高度化を期待する。府省については、評価方法および根拠データの検討、とりまとめ、用途・シーン毎の安全・安心な空間の定義/標準化を行うための、産官学連携体制の確立と運営を期待する。

4.3 新たな価値を持った空間の創出

新たな価値の空間創出については、最先端の技術動向を把握した上で、実現性が高く社会課題に貢献できる、新産業と成り得るアイデア検討を行った。その中から、「空間の共有と相互理解」「集中/リラクスの支援」「食料生産/美味しさ増進」の3つを抽出し、具体的内容、商品・サービス、必要となる技術、解決される社会課題について検討した。

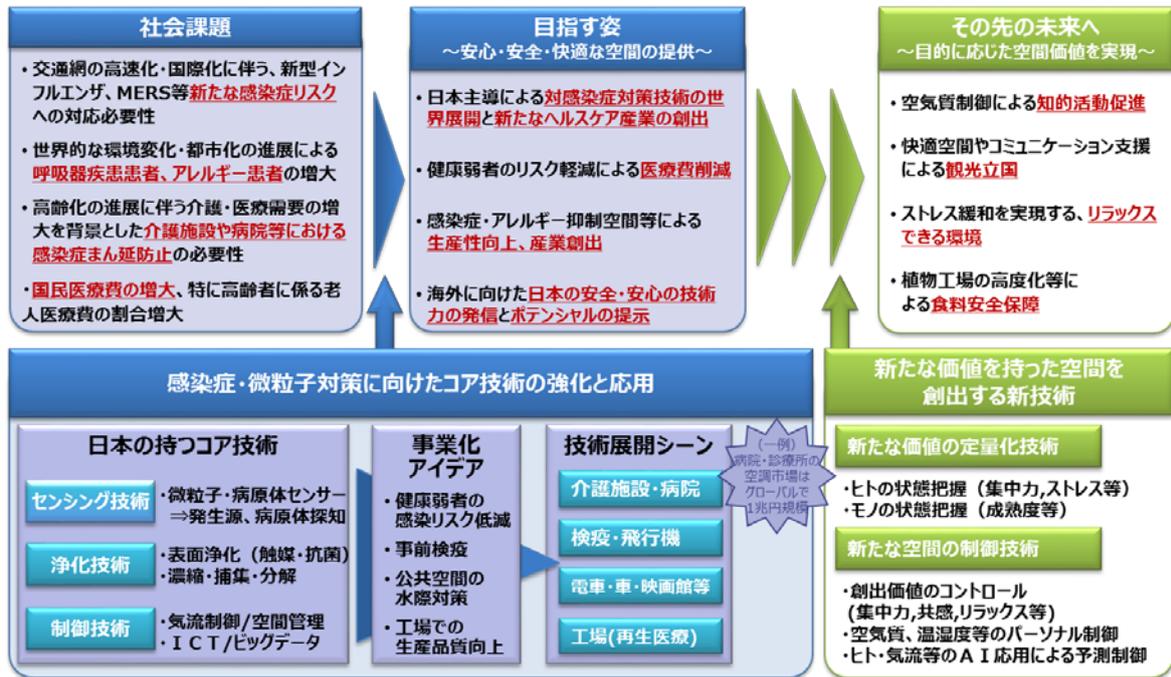
これらのアイデアは一例であるが、今後も業界や分野を横断し、日本の技術を活かした新産業の議論を深め、実現につなげていくことが重要である。

4.4 実現に向けた取り組み

- ① 感染性物質・微粒子のリスク評価手法の確立と効果検証
 - a) 感染リスク・微粒子リスクのモデル構築と実証(基本モデル～拡張モデル)
※シミュレーションと実験実証(ボトムアップとトップダウン)で実現
数学／工学／人間行動学／環境学／医学／公衆衛生 等の複合的取組み
 - b) モデルを基にした評価方法により、現状の浄化技術の効果検証
 - c) 用途・シーン別のリスク低減手法の構築(ビジネスモデル概要)
 - d) 感染性物質・微粒子のセンシング・浄化に関する世界最先端技術開発(国プロ等)
 - e) 最先端の開発技術をベースにした、機器・ソリューションの評価方法の確立
- ②シーン毎の技術レベル認証と、ソリューションとしてのビジネスモデルの詳細検討
- ③空間に付与する「新たな価値」の具体化、および定量化・制御技術の開発
- ④「新たな価値」の社会実装検討と評価、評価方法の標準化推進

以上

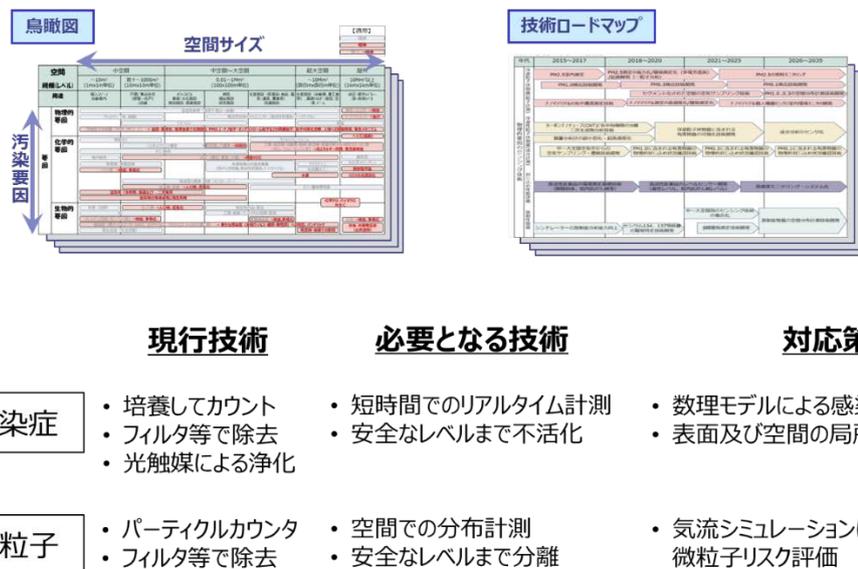
一個々の目的に応じて、安心・安全・快適な空間を提供することで、超スマート社会を実現



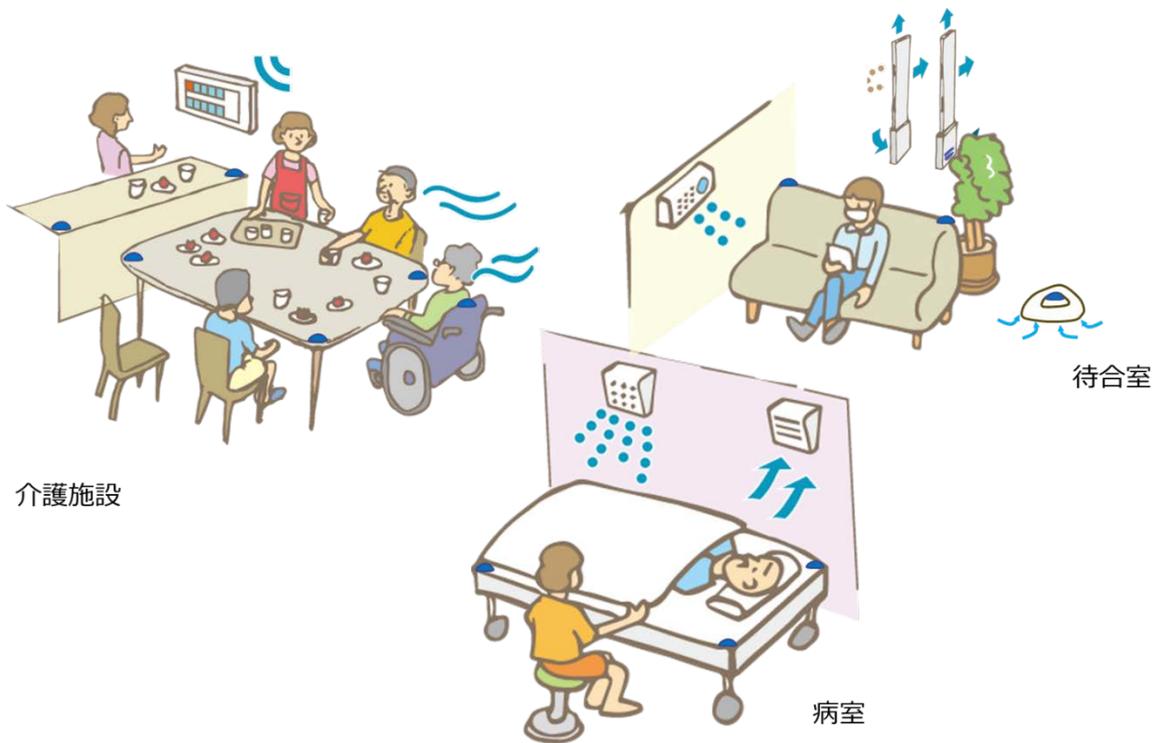
■ 推進体制 リーダー・事務局：パナソニック(株) メンバー：9社、8研究機関、合計39名

【図1】テーマ化の目的、産業競争力強化上の効果

昨年度作成した鳥瞰図・技術ロードマップから、影響の大きい社会課題である感染症と微粒子に絞って、具体的解決策を検討



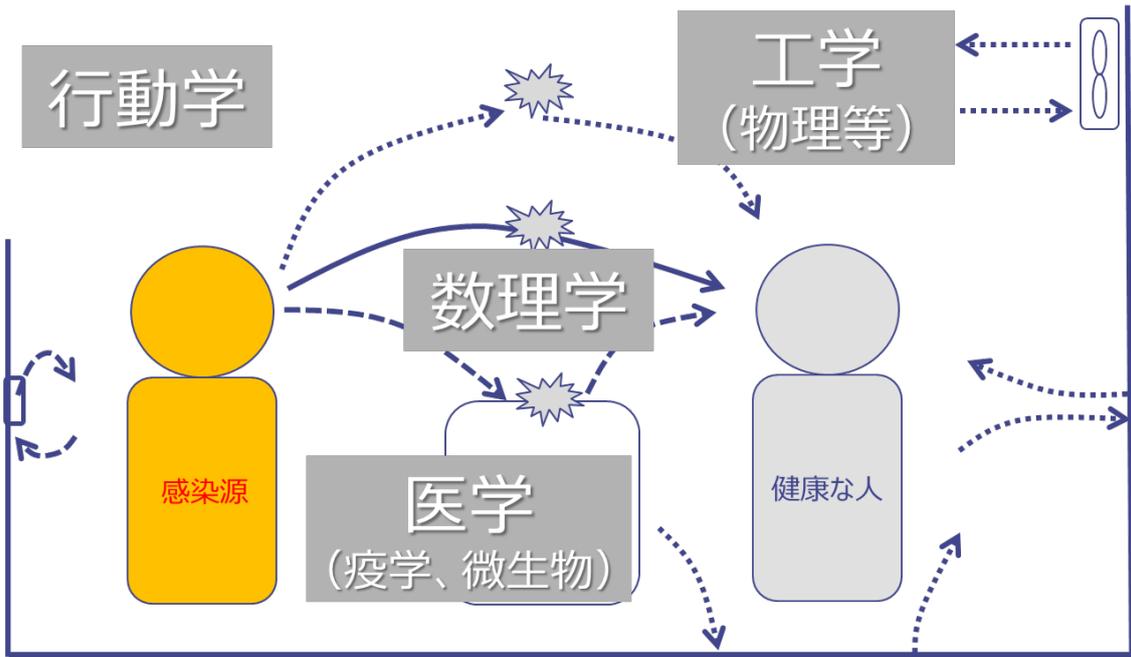
【図2】昨年度活動からの展開



【図3】介護施設や病院等で、健康被害リスクを低減した空間を実現し、新産業を創出

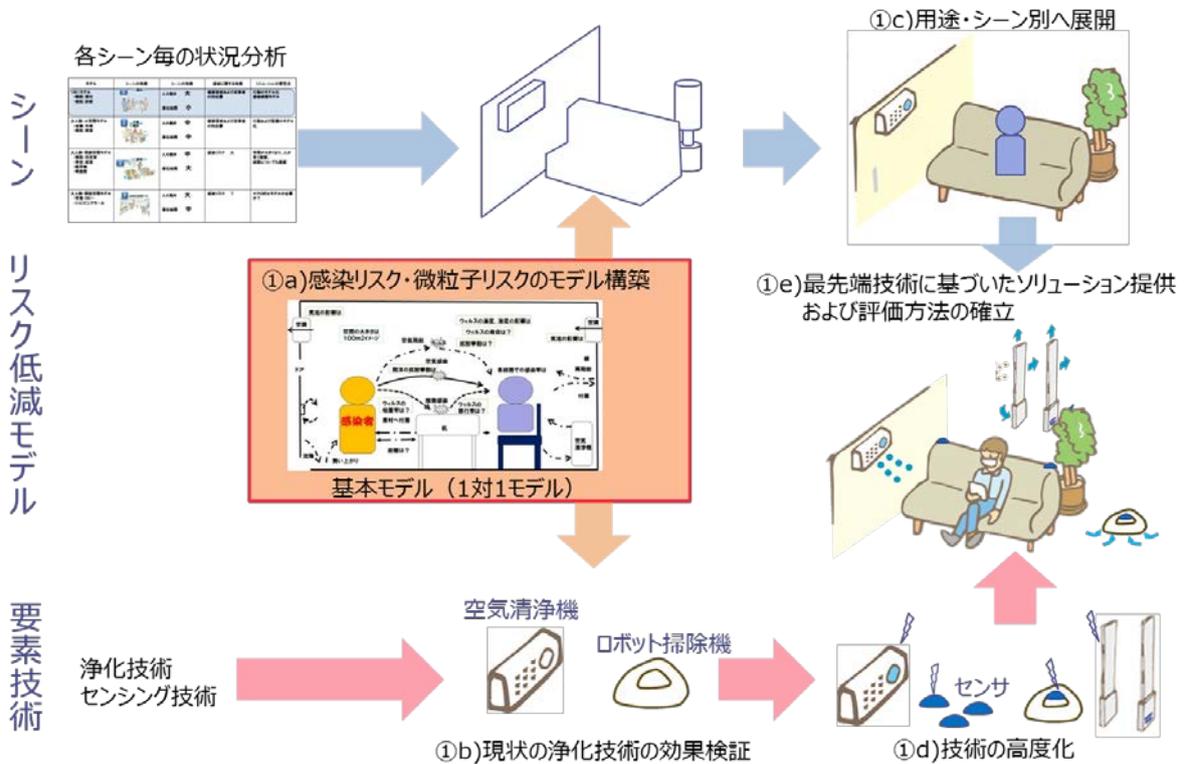


【図4】水際対策を強化し、新たなリスクの侵入を抑制



複数分野の知見を結集した基本モデルから、リスク低減技術を構築する
 →用途・シーン別に拡張させる

【図5】基本モデルの構築



【図6】基本モデルをベースにしたリスク低減手法の構築

■ **狙い**：高度な浄化・センシング技術を活用し、
 感染性物質や微粒子のリスク評価方法を確立・標準化して、
 健康な人々に安全・安心な空間ソリューションを提供する。

- **提言**：
- ・ 業界・分野横断の産官学連携組織で、新技術に基づく空気空間のリスク評価方法を確立・標準化する。
 - ・ 浄化・センシング技術・商品をパッケージ化して提供することで、新たなビジネスモデルを構築する。
 - ・ 上記技術を更に展開し、知的活動促進やコミュニケーション活性化等「新たな価値空間」のビジネスを創出する。

【図7】 提言内容

■ **今後の取り組み**：
 関連府省とのコミュニケーションを強化し、産官学の役割分担、
 府省横断の推進組織、目指す姿や課題、役割分担を議論・共有

府省	相談事項など
内閣府	府省横断、分野横断での検討体制について
経産省	新たなヘルスケア産業の創出について 評価方法の確立・標準化について
厚労省	感染症・微粒子の人体への影響について
国交省	建物等の室内環境の取扱いについて
文科省	センシング・浄化技術の高度化について
研究機関	分野横断での、リスク低減モデル・評価方法の具体的検討
産業界	技術実証や実用化など

【図6】 今後の取り組み

【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	昨年度の取り組み	3
1.3	検討の視点と範囲	4
2.	空気・空間に関わる社会課題と代表的なシーン	4
2.1	感染症	4
2.2	微粒子	5
2.3	具体的シーン	5
2.4	その他の課題	7
3.	感染症の対策と微粒子の制御	7
3.1	各シーンでの目指すべき姿・ビジネスモデル	7
3.2	評価・測定方法とリスクの把握、および提言	9
3.3	センシング・浄化技術の高度化とその提言	11
4.	新たな価値を持った空間の創出(機能付加)	14
4.1	新たな価値創造の観点での新産業検討	14
4.2	アイデアを出すための議論とそのトライアル	14
4.3	社会課題を解決する新しい空間価値	15
4.4	新たな空間価値に関する新産業実現にむけて	20
4.5	今後必要となる施策(提言)	20
5.	実現に向けた取り組みとロードマップ	21
5.1	感染性物質・微粒子のリスク低減技術の開発と効果検証	21
5.2	シーン毎の技術レベル認証と、ビジネスモデルの詳細検討	21
5.3	空間に付与する「新たな価値」の具体化、および定量化・制御技術の開発	22
5.4	「新たな価値」の社会実装検討と評価、評価方法の標準化推進	22
5.5	実現に向けたロードマップ	22
	【付録】	23
6.	感染症対策・微粒子制御に関する検討内容【公開対象外】	23
7.	新たな価値を持った空間(機能付加)に関する検討内容【公開対象外】	24
8.	プロジェクト活動の記録	25

【はじめに】

空気・水・食糧は人類を含む生物の生存に必要な不可欠な資源であるが、人口増大や経済活動の拡大等により、その有効活用が世界的課題となっている。特に空気については、PM2.5に代表される浮遊粒子や感染性物質によって人々の健康・安全・安心が脅かされており、このままでは2030年には大気汚染で440万人が死亡すると予測されている（OECD予測）。

一方、国や地域、そこに暮らす人々の生活の質（Quality Of Life:QOL）や文化により、空気に求める質や機能が異なる。特に先進国では、有害物質の除去に留まらず、空気に付加価値をつけて得られる新たな効果も期待されている。

我が国では、19世紀末からの高度成長期の産業発展と共に、深刻な大気汚染を引き起こした。しかし、技術開発や規制等によって様々な対策を講じたことにより、国全体でそれを克服してきた。その高い技術力やノウハウは世界からも評価されている。一方で、それらの技術、具体的には有害物質の計測技術や浄化技術等は、分野や商品・サービス毎、別々に培われており、関連知識・リソースが一定の方向性を持って集約されているとは言いがたい。そのため、従来の延長線上での改良を重ねているのが現状であるが、新たな産業としてのブレークスルーが期待されている。

また、空気は自由に移動してしまうため、一定の空間に閉じ込めてコントロールする必要がある。例えば、車や部屋等の小規模空間からホテルや空港等の大規模空間まで、色々な空間の有害物質を計測、除去・無害化された空気を創り、維持することで、常に安心・安全な空間の提供が可能となる。更に、その空間にいる人に応じて、何らかの成分付加により新たな付加価値が提供できれば、新産業が創出できる。更に、空気のみならず、形成する建材や、光や音などの他の刺激も含め、空間全体として、安心・安全・快適を提供により、その効果を高めることができる。

昨年度は、「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、関連する技術を俯瞰し、主な技術の将来像について議論した。

今年度は、空気浄化に留まらず、建材や空間設計、全体の気流制御も含めた「安心・安全・快適の実現に向けた空間ソリューション」として更に議論を深め、新産業創出に向けて、検討を行った。具体的には、感染症対策・微粒子制御の分野では、介護施設・病院、検疫・飛行機・船舶等、社会的ニーズの高いシーンに絞り、事業の具体化と必要なコア技術の検討を行った。新たな価値の空間創出については、最先端の技術動向を把握した上で、実現性が高く社会課題に貢献できる、新産業と成り得るアイデア検討を行った。

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	吉岡俊彦	パナソニックグループ
サブリーダー	下野 健	パナソニックグループ
メンバー	津本浩平	東京大学
	鈴木裕輔	京都大学
	野村 康	名古屋大学
	瀬戸章文	金沢大学
	駒井章治	奈良先端科学技術大学院大学
	水谷文雄	兵庫県立大学
	安川智之	兵庫県立大学
	塩尻かおり	龍谷大学
	矢吹聡一	産業技術総合研究所
	中川誠司	産業技術総合研究所
	粥川洋平	産業技術総合研究所
	櫻井美栄	IHIグループ
	知恵賢二郎	IHIグループ
	末澤寛典	旭化成ケミカルズ(株)
	鈴木幸人	鹿島建設(株)
	山口 一	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
	高松伴直	東芝グループ
	齋藤秀一	東芝グループ
	長澤敦氏	東芝グループ
	西沢正人	東芝グループ
	笹本 太	東レ(株)
	浅田康裕	東レ(株)
	稻永康隆	三菱電機(株)
	小関秀規	三菱電機(株)
	鈴木正明	パナソニックグループ
	辻本 光	パナソニックグループ
	佐々木良樹	パナソニックグループ
	塩井正彦	パナソニックグループ
	奥村泰章	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
	仲島了治	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	三菱重工業(株)
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	藤田英樹	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

【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るが、PM2.5 に代表される浮遊粒子や感染性物質等、様々な要因によって汚染されつつある。一方、空気に求める質や機能は、地域や国、文化などによって異なり、そこで暮らす人々が求める生活の質(Quality Of Life:QOL)によって変化する。特に先進国では、有害物質の除去に留まらず、集中力向上やリラックスなど、新たな価値を持った空間（機能付加空間）の創出にも期待されている。

空気浄化に関する技術は、建物等の一定の閉じられた空間や、有害物質が発生する出口、屋外等で、それらを浄化する様々な技術が使われており、用途や分野毎に個別の処理技術が培われているものの、技術が分散化されており専用の装置の開発に留まっている。新たに顕在化した社会課題には、それに対応した技術や機器が都度開発されているのが現状である。また、新たな空間価値の創出は、基礎研究を行っている段階であり、産業として実現化していない。

一般的に空気はその存在を知覚し難く、動きも把握し難いため、それぞれの空間に閉じ込めた上で、価値を提供すると分かり易い。更に、安心・安全・快適を提供するためには、空気浄化から概念を拡張し、その空間を構成している構造物や気流等の全体制御も含めたトータルソリューションとして提供する必要がある。それらを各々の地域や社会課題に応じてパッケージ化すれば、容易に提供することが可能である。

例えば、車や部屋等の小規模空間からホテルや空港等の大規模空間まで、用途やシーンに応じて、有害物質を分解する建材を用いた空間設計をベースに、有害物質を計測し、除去・無害化した空気を創り、維持する制御を行うことで、常に安心・安全な空間の提供が可能となる。また、その空間にいる人に応じて、何らかの成分を付加することにより新たな空間価値が提供できれば、新産業が創出できる。更に、空気のみならず、形成する建材や、光や音などの他の刺激も含め、空間全体として、安心・安全・快適を提供することにより、その効果を高めることができる。

日本が得意とする、環境技術やナノエレクトロニクスに代表される技術を中心として、様々なセンシング技術、浄化技術を結集し、全体を制御することで、世界をリードする産業創出につながると考えている。

1.2 昨年度の取り組み

昨年度は「安心・安全の実現に向けた空気浄化技術」研究会を立ち上げ、多くの有識者から知見をいただき、空気に関する課題と技術の全体像を描き、事業創造に役立ちそうなキーワード抽出を行った。

具体的には、空気中の有害物質（物理的要因、化学的要因、生物的要因）に関して、現在の社会的課題と将来像を整理し、様々な用途や分野に分散するセンシング技術、分

離・除去・分解技術を集めて鳥瞰図を作成した。その中から主要なものを抽出し、将来を予測し、技術ロードマップの作成を行った。また、有害物質を取り除くだけでなく、新たな空間価値の創出（機能付加）についても検討し、新事業のイメージを描いた。

1.3 検討の視点と範囲

今年度は、空気浄化から概念を拡張し、空間設計や建材も含めた空間ソリューションとして、新産業創出に向けた検討を行った。昨年度に鳥瞰した社会課題、センシング技術、分離・分解・除去技術、空気の機能付加の各々の技術や、新事業のイメージイラスト（20シーン）の中から、産業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、実現に向けた施策の検討を行った。

具体的には、感染症対策・微粒子制御の分野では、実現による経済価値または社会的価値が高いシーンを絞り込んだ上で、具体的な事業や商品を想定し、そのコアとなる技術を抽出した。更にそれを実現に向けた課題や阻害要因を洗い出し、必要な施策や産官学の役割分担を検討した。

新たな価値の空間創出については、有望な新産業が創出できるとの期待感は大いだが、昨年度の検討では実現の難易度が高く、事業イメージの具体化には至らなかった。本年度はそれを踏まえて、最先端の技術動向の情報収集を行った上で、ブレインストーミング的にアイデアを発掘するところから開始した。具体的には、まず最先端の研究事例や論文等から技術情報の把握を行った上で、極限空間を想定してアイデアディスカッションや身近な空間事例でのアイデアディスカッションを経て、実現可能性があり、社会課題への貢献度が高い事業イメージとそれを実現する新技術について検討を行った。

2. 空気・空間に関わる社会課題と代表的なシーン

2.1 感染症

空気感染することが判明している結核や水痘はもとより、空気感染の可能性が示唆されているコロナウイルスやノロウイルス、他の経路で感染が拡大する感染症も含め、感染症のリスクが高まっている。特に、航空機産業の発展により国や地域間を移動する人が増加し、一部地域で特有の感染症が他地域に広がるリスクは更に増大しつつある。

具体例としては、野生の水禽類を自然宿主として存在する鳥インフルエンザウイルスは、ヒトへの感染、更にはヒト-ヒトの間で感染（飛沫感染）する変異が危惧されている。2015年に韓国で感染が拡大した中東呼吸器症候群(MERS)は、新型コロナウイルスにより高熱やせき等の症状が出る感染症だが、病院において感染が拡大したと言われている。

しかしながら、感染ルートを明確に把握できている感染性物質は少なく、実際に感染が広がった後にそれを確認する手段や技術は存在していない。感染性物質をどの程度以下に抑えれば感染リスクがなくなり安全なのかも明確化されておらず、感染性物質をセンシングする技術もまだ実用化されていない。これら未解明である部分が多い中で、予防措置としては、マスクや手洗い、うがい程度しかなく、感染リスクへの有効な対抗手段や予防手段についてのニーズが高まっている。

2.2 微粒子

大気中に浮遊する微粒子のうち、粒子径が $10\mu\text{m}$ 以下のものを浮遊粒子状物質 (Suspended Particulate Matter) と呼ぶが、これは主に人の呼吸器系に沈着して健康に影響を及ぼすと言われており、その大きさにより体内での挙動や健康影響が異なる。ぜんそくやアレルギーを引き起こす要因とも言われており、特にぜんそくの患者数は2012年に世界で2億人を超えている (WHO)。

PM2.5は大気中に浮遊する微粒子のうち、粒子径が $2.5\mu\text{m}$ 以下のものであり、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸系への影響に加え、循環器系への影響が心配されているものの、人体への影響のメカニズムなどは未だ解明されていない。今後更に粒径が小さいPM1.0等も社会問題化する恐れがあり、対応を急ぐ必要がある。

粒子状物質は、HEPA フィルタ等で除去可能ではあるが、捕集効率と圧力損失 (コストに直結) はトレードオフの関係にあり、その両立や目詰まり等が課題となっている。

2.3 具体的シーン

2.3.1 住宅/オフィス、介護施設/病院/学校

住宅/オフィスは人の滞在時間が長く、感染症や微粒子のリスクが存在すると一人が長時間にわたりそのリスクにさらされることになる。家族間では感染リスクが高く、オフィスでの感染拡大は、企業活動への影響も少なくない。

健康弱者の滞在時間の長い病院や介護施設においては、それ以上に衛生レベルや清浄レベルを向上させておく必要がある。もし、施設内で感染が起こると、重篤な影響が出る恐れがある。介護・医療費の抑制の観点でも対策求められている。

学校では、毎年インフルエンザ等による、学級閉鎖・学校閉鎖が発生している。特に受験を控えた学年では、対策を求めるニーズは強い。



図 1 住宅における空間ソリューションのイメージ

2.3.2 検疫/飛行機/船舶

新たな感染性物質や有害物質が国内に侵入ルートの一つとして、飛行機・船舶があり、水際防止として検疫が行われている。交通網の発達や利便性向上に伴って、渡航者の増加や多様化により、感染性物質や感染者が国内に侵入するリスクが拡大している。その結果、これまで一部地域特有の病気であったものが、全世界に広まる恐れがある。特に大規模な国際イベント等では、感染拡大リスクが高まるため、ホスト国は留意する必要がある。

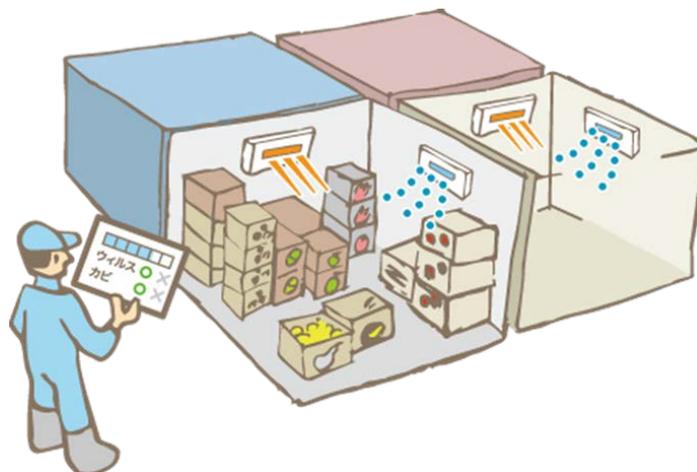


図 2 船舶(コンテナ)での空間ソリューションのイメージ

2.3.3 電車/車/飛行機、映画館/ショッピングモール/体育館/スポーツジム

電車や車、飛行機などの交通機関では、同じ人と一定時間、同一空間を共有することが強いられるため、万一感染者がいた場合には、リスクが高まる。また不特定多数の人が出入りする空間として、映画館/ショッピングモール/体育館/スポーツジムが挙げられる。一人の感染者が接触する人数が多く、パンデミックにつながるリスクが高い。大都市においては、双方のリスクが高まることとなり、特定の患者が多くの人に感染させてしまう「スーパースプレッダー」が発生するリスクが高い。



図 3 電車での空間ソリューションのイメージ

2.3.4 工場(食品工場、再生医療工場、植物工場)

ヒト以外を媒介として感染が広がる可能性がある場所として、食料工場や再生医療工場、植物工場などの、人が体内に取り入れるものを生産する工場が挙げられる。労働者の中に感染者がいた場合の危険性は非常に高いが、生製品への影響から対策は限られている。特に、再生医療工場や植物工場においては、今後拡大や大規模化することが予想され、対策もこれから検討する必要がある。

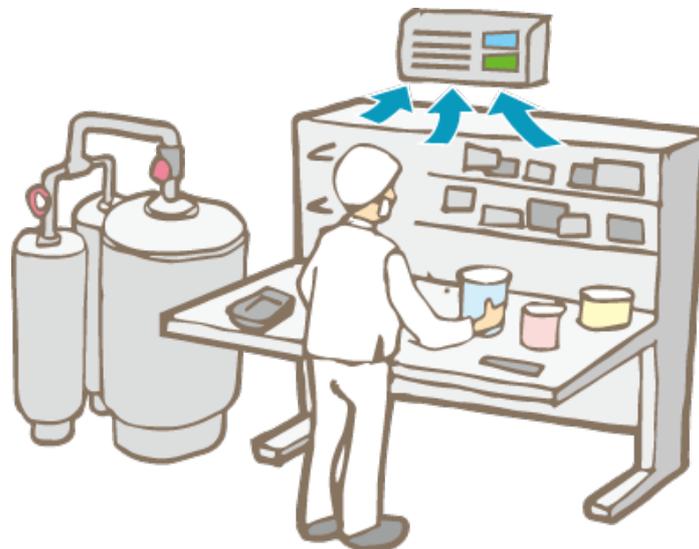


図 4 工場での空間ソリューションのイメージ

2.4 その他の課題

空気・空間を最適に制御することで、様々な課題が解決できると考えている。具体的には、4. 新たな価値を持った空間の創出(機能付加)、に記載する。

3. 感染症の対策と微粒子の制御

前述に挙げたシーンから更に絞り込み、評価・測定方法とリスクの把握、センシング・浄化技術の高度化の観点で、具体的な検討を行った。各々の目指すべき姿を設定して、その実現を阻害する要因や課題を抽出し、必要な施策と提言内容について検討した。

3.1 各シーンでの目指すべき姿・ビジネスモデル

高度な技術やリスク低減手法が求められるシーンとして、介護施設・病院と検疫・飛行機・船舶に絞って検討を行った。これらのシーンに対応することができれば、他のシーンへの展開が容易だと考えられる。

感染性物質はそれ自身、あるいはヒトの体内で増殖するため、対策の難易度が高い。感染症対策を中心に検討し、それにより構築した技術や手法のうち、応用可能なものを抽出して微粒子に展開する、との考えで議論を進めた。

また、検討にあたっては、完全密閉や大空間の空気を全て換気するなど、コストも含めて実現性の低いものは除外し、対象者の快適性やコミュニケーション、メンテナンスなども考慮して検討を行った。

3.1.1 介護施設・病院

手術室や集中治療室などの特殊環境は除き、施設の入口、受付、待合室、トイレ、診療室を対象とし、インフルエンザやPM2.5等のいつでも起こりうるリスク（常在リスク）の低減を目的として検討を行った。

施設内の健康弱者に対しては、衛生管理レベル向上による病気リスク低減、施設管理者・オーナーに対しては、現場での規制、ルールに対応した負担軽減を顧客価値として提供することを目的とした、商材を組み合わせたソリューション事業の検討を行った。

商材としては、下記に上げるものが考えられる。

- ・ 空気清浄、換気、エアコン等の空気清浄および気流制御
- ・ 建材、家具等の表面浄化材
- ・ 微粒子・微生物・ウィルスを検出するセンサー
- ・ 上記を組み合わせたシステム商材

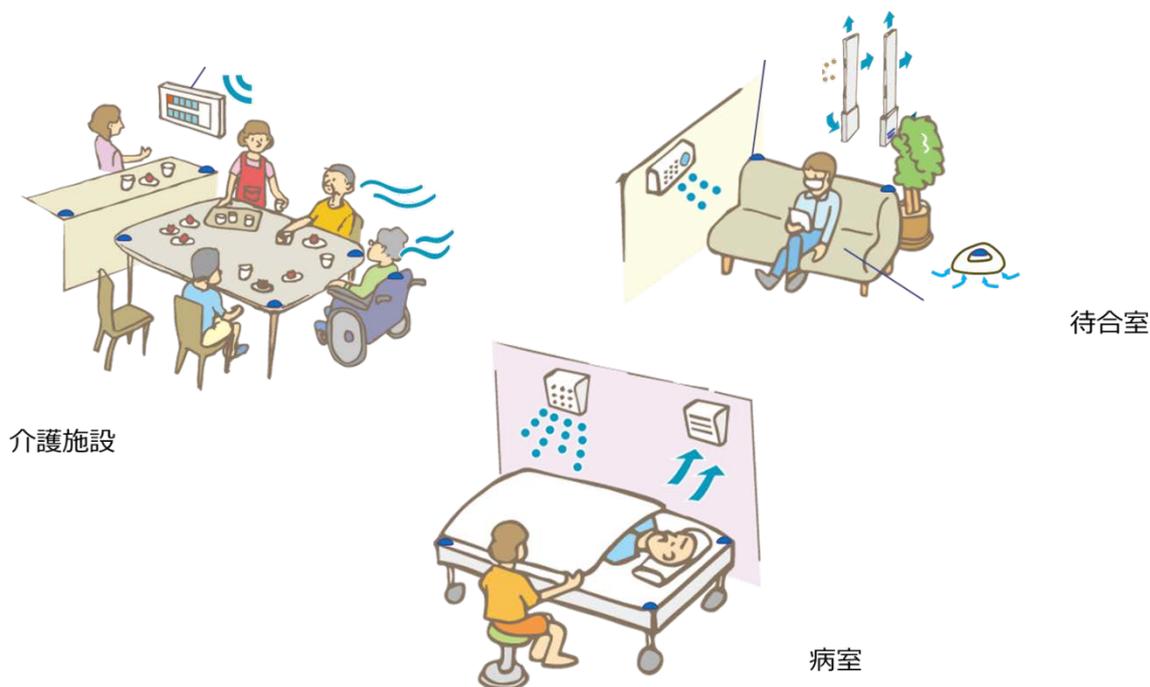


図 5 介護施設・病院での空間ソリューションのイメージ

3.1.2 検疫・飛行機・船舶

検疫・飛行機・船舶においては、パンデミックを引き起こす新型インフルエンザの侵入防止を一例として取り上げ、危険な感染症を入国前に発見することや、発症前レベルの感染性物質センシングにより、国内への安全確保や、移動空間の安心・安全を目的とする事業の検討を行った。

航空機・船舶内で「事前検疫」を行うことで、日本上陸後の水際対策をより効果的に行うための検査事業や、航空機・船舶内での感染防止を目指した空気質制御システムの事業を実現する。また、水際対策という観点では税関による違法薬物の検知も必要になるため、その観点でも検討した。

商材としては下記が挙げられる。

- ・ 航空機内空気中感染性物質センサー
- ・ 上陸後検疫所における詳細計測用感染性物質センサー
- ・ 違法薬物センサー
- ・ 感染性物質センサーと連動した航空機内気流制御システム



図 6 検疫での空間ソリューションのイメージ

3. 2 評価・測定方法とリスクの把握、および提言

3. 2. 1 感染リスク把握の現状とあるべき姿

感染症は原因となるウイルスや細菌等の感染性物質の種類により対策が異なる。しかし、感染経路が明確になっていない感染性物質も存在し、アカデミックなデータも十分でないものもある。そのため、有効な対策が講じられていないものも少なくない。

例えばインフルエンザウイルスは、飛沫感染や接触感染が主経路と言われているが、その割合や空気感染の有無、感染が起こるウイルス量や被爆時間も明らかになっていない。またノロウイルスでは、インフルエンザウイルスと異なり接触感染や空気感染が主経路で、不活化するまでの時間が長いとされており、老健施設等で問題となっている。

このように感染性物質の特性や感染経路を反映した感染モデルを構築し、その対策を講じる必要がある。

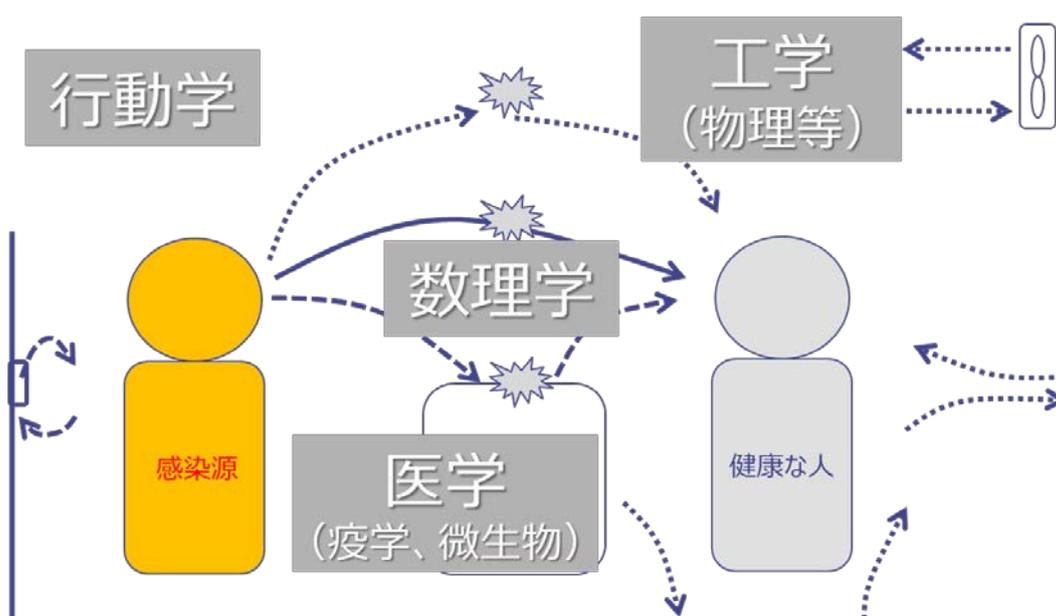
感染症予防を目的として数多くの技術や製品が実用化され、日々その改良が進められている。ヒトが生活する空間において、感染を効果的に制御（抑制）するためには、感染源や感染経路等を正確に把握し、統合的な対策が必要である。対策は、薬剤、素材、機器、センシングから設計手法まで多岐にわたるが、個々の効果や統合的な効果を担保するためには、適切な評価・測定方法を定める必要がある。

一方で、実際の感染症の伝搬は複雑であり、その解明にはなお多くの研究を要するため、現時点で安全を担保する基準や評価方法を設定することは困難である。一つの解決策として、一定の仮定を置いて感染モデルを定義することで、統合的な効果を得るための設計指針や性能のガイドラインを設定することは可能だと考えられる。

様々な用途やシーンにおいて、感染源・感染経路・状態等を明確にして感染リスクモ

デルを構築することで、各々の感染リスクを具体的に把握することができる。その検討には、温湿度を考慮した気流シミュレーションなどの工学や、患者の動きを把握するための行動学、ウィルスの挙動などの医学、モデル化に必要な数学など、複数の学術分野の知見を結集して検討することが必要となる。それを多くの技術や製品で利用することで、生活空間での効果を可視化することが可能となる。

これらの感染リスク低減手法や、それを基にした試験手法などを定め、標準化することで、日本国内から海外へ展開することが期待できる。



複数分野の知見を結集した基本モデルから、リスク低減技術を構築する

→用途・シーン別に拡張させる

図 7 感染リスクモデル(基本モデル)の一例

3.2.2 検討内容

【感染対策】

○感染リスクモデル構築と実証実験への取組

- ・人間の行動分析、AI 応用の汚染予測・感染予測技術の開発と実証実験
- ・数学・工学・人間工学・医学・環境学、等の複合取り組みと実証実験
- ・病院、学校、空港、工場等での実証実験
- ・時間変化（時間軸）を含めた感染リスクモデル構築

○用途別の効果検証と感染リスクの把握

- ・省庁連携（厚生労働省、経産省、文科省、内閣府等）

【技術面の検討】

感染リスクの把握に必要な、センシング・浄化技術の検討

- 感染リスクモデルを基にしたセンシング・浄化の効果検証
 - ・上記感染リスクモデル構築の知見から感染経路別の効果を検証
 - ・感染源や対象を選定
- 単体性能および機器組み合わせによる複合効果の検証
 - ・空間サイズや用途（人間行動）の差に応じた感染抑制技術選定の考え方
 - ・センシングと浄化手段の連動による感染抑制効率化
- 実環境での評価方法および影響把握
- シミュレーションによる効果予測技術開発
 - ・実空間でのシミュレーションおよび機器連携した場合の効果検証
 - ・効果の見える化
- エネルギーコストや安全性・環境負荷を考慮した判定基準と設計ガイドライン

【仕組み】

- 感染対策の基準化
 - ・どのような基準が可能かを検討（国内から国際基準 ISO まで）
 - ・個々の材料・機器等の基準を統合または関連づけし、空間としての基準化を検討
- 評価方法の設定および認証制度

3.2.3 提言内容

業界や分野を横断した産官学連携組織（医工連携を含む）により、分散する技術を結集してパッケージ化し、難易度の高い感染症リスク低減手法を実現する。その手法に基づき、新たなビジネスモデルを構築することで、新産業を創出する。更に、同手法に基づいて空間設計指針とその評価方法を制定し、認証体制を構築することで、高い技術力を活用することが可能となる。

また、2020年のオリンピック・パラリンピック東京大会の機会をショーケースとして活用することも視野に入れ、早期に実用化できるものを抽出し、実現を図る。

感染症対策として開発・整備した技術・機器・ソリューションの中から、微粒子制御にも活用できるものを抽出し、応用展開を図る。

3.2.4 産官学の役割分担

学術界には、分野横断での感染症リスク低減手法や基本モデルの検討、学術的検証などを期待し、産業界はそれに基づいた技術の実用化、実証実験やパッケージ化を行う。府省には、産官学連携組織の設立と運営、認証体制や標準化への取り組みを期待する。

3.3 センシング・浄化技術の高度化とその提言

用途・シーン毎に空間の浄化レベルや速度など、要求スペックが異なる。各々に応じた技術レベルを実現するための検討を行った。

3.3.1 コアとなる要素技術

コアとなる要素技術としては、人・空気から感染性物質を効率的かつ迅速に捕集し、

高感度にセンシングする技術が必要で、航空機内や検疫等のゲートで簡便かつ迅速に計測・検知できる技術や機器が求められる。また、表面汚染状態の可視化や、感染性物質を特定して感染性の評価も重要となる。

また、空気や表面を浄化する技術や局所・高速殺菌も鍵となる。それらには、快適性や省エネ性も同時に必要となる。

○バイオセンサー（捕集技術、濃縮技術、抗体反応技術）

○感染性物質センシング技術

- ・違法薬物センシング技術
- ・気流制御技術
- ・フィルタリング技術と捕捉物の分解技術
- ・高濃度キャリア（保菌者、感染者）検出

○空間浄化技術

- ・空気清浄や気流制御技術（集塵技術、除菌技術、空間・空調制御技術）
- ・表面浄化（触媒技術、抗菌技術、活性種発生技術、高速浄化）
- ・局所・高速殺菌

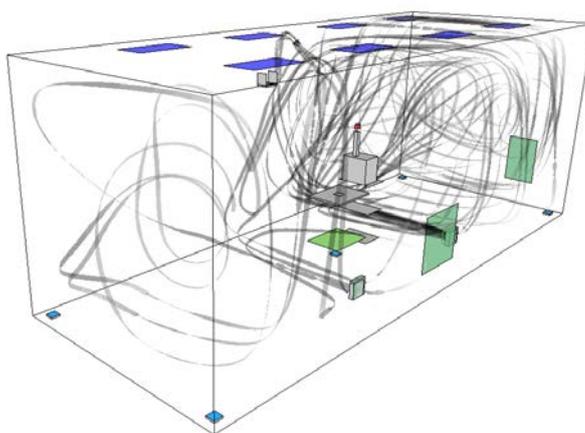


図 8 気流解析例

3.3.2 実現に向けた課題・阻害要因

技術的な課題としては、用途やシーン毎に必要な感度の特定や、ハイスループットと高感度の両立、簡便な計測方法の実現などがある。

運用面での課題としては、用途別のリスクの把握・管理規定の整備、素材・機器・ソリューションの評価方法の確立、(公的)認証制度と体制の構築が必要となる。

また、既存の法律（検疫法と航空法等）や規定との調整、既存商品の再評価・排除方法も検討が必要で、感染者が発見された場合の対応方法や実環境でのガイドラインも検討が必要となる。

3.3.3 実現すべき姿と解決策

【技術の高度化】

- ・空間アクティブ浄化（菌を検出して浄化）、高速・高濃度キャリア検出
- ・快適省エネ気流制御（換気と快適性・省エネの両立）
- ・表面アクティブ浄化（汚染物を深い層まで検出して短時間で浄化）
トイレなど特定空間の密閉化と強力表面浄化
- ・表面汚染可視化とAI技術の応用による汚染予測
- ・キャリア隔離と汚染伝達経路遮断
- ・航空機内等の特定空間の空気を一括で捕集し感染性物質を測定する集団型センシング技術としてPCRベースの高感度、高精度化
- ・検疫等で対象から個別に感染性物質を測定する個別型センシング技術として免疫アッセイベースの高感度、高簡便化
- ・感染性物質が特定可能なセンシング技術をベースに、検出レベルの高感度化、高速化（PCR、免疫アッセイ等）

【既存技術の延長線上での解決策】

- ・空間・壁面の浄化（ロボット掃除機、ドローン等）、空気ミストによる浄化
感染性物質が滞留している場所を自動的に浄化する。
汚染物の深い層まで浄化が可能な材料の開発（薬剤、触媒等）。
- ・カメラ・画像センサーによる表面汚染の可視化と汚染予測（センサードア、センサーコック等）
- ・部屋の隔離（エアカーテン、気流/レイアウト制御）
- ・空気中に存在する新型インフルエンザ等の感染性物質を高感度に検出
- ・人からの簡易サンプリングで、迅速かつ高感度に感染性物質を検出

3.3.4 提言内容と産官学の役割分担

微生物、微粒子、VOC、臭い等の安心、安全、快適に係わる課題に対して空気、表面の清浄（空間浄化）や制御およびセンシングにより安全衛生レベルの向上を図る。そのため各対象の課題や効果を明らかにし、リスク把握やガイドライン等を制定する。

センシング・浄化技術の高度化を前提として、日本発の感染症センシング技術の標準化と、世界に向けた発信のために、産官学医工連携体制を発足する。

産業界は、規格に基づく業界横断的製品の実現や、センシング・浄化技術の実用化/応用先検討を行い、研究機関は、リスク評価方法の確立、公的認証や測定方法の確立、センシング・浄化技術の基礎研究による高度化を期待する。府省については、評価方法および根拠データの検討、とりまとめ、用途・シーン毎の安全・安心な空気の定義/標準化を行うための、産官学連携体制の確立と運営を期待する。

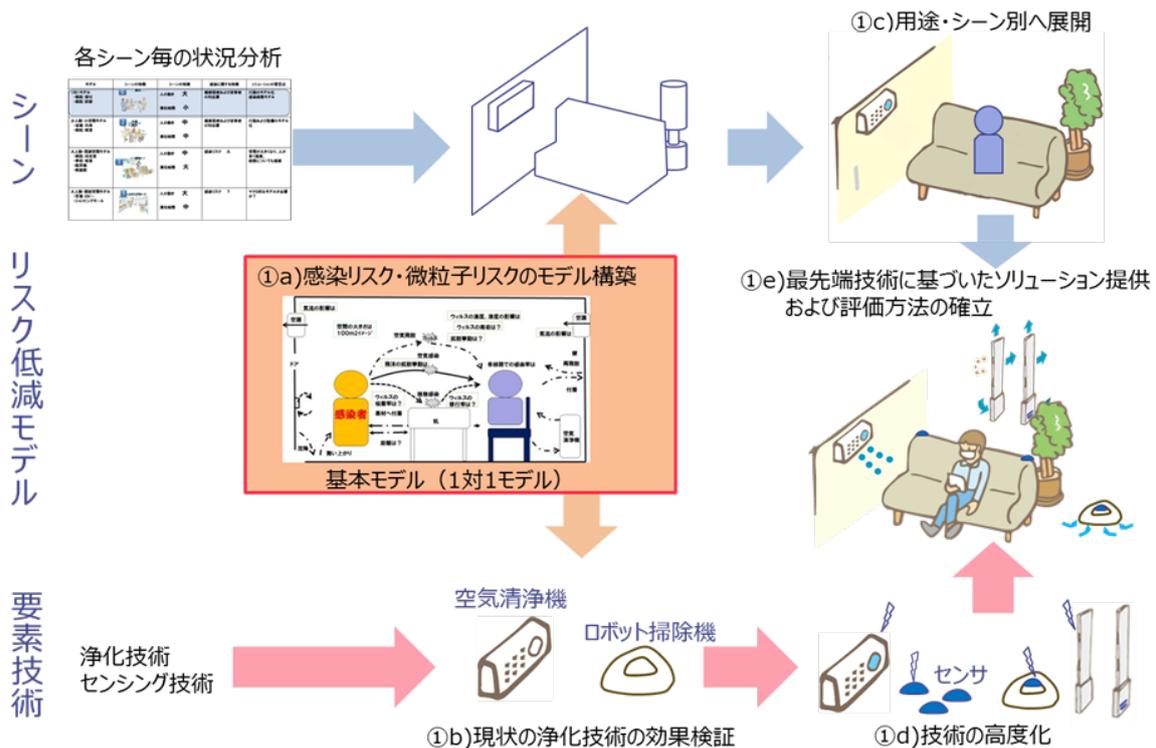


図 9 最先端技術に基づいた、用途・シーン別のリスク評価手法の構築プロセス

4. 新たな価値を持った空間の創出（機能付加）

4.1 新たな価値創造の観点での新産業検討

第3章では、顕在化している課題に対し、その解決策の議論を深めることで、新たな産業の創出を検討した。本章では、これらニーズ思考に留まらず、シーズ思考として、空気に何らかの成分を加え、新たな価値を持った空間を創出することで、新たな産業を生み出せないか検討を行う。

昨年度の研究会でも新たな空間価値について議論を行い、技術鳥瞰図とロードマップをまとめ、それをベースに創出できる新産業の素案までを検討した。本年度は、実現可能性の検討と、社会的効果の明確化を行いながら、新たな商品・サービス、それを実現する新技術の議論を行った。

4.2 アイデアを出すための議論とそのトライアル

4.2.1 最新技術動向の把握

昨年度に検討した新事業のイメージイラスト（20シーン）の中から、機能付加に属する商品・要素技術を抽出し、関連する最先端の研究の論文調査を行った。また、関連分野の有識者の方から、最新の研究動向を収集した。

4.2.2 極限空間と身近なシーンでのアイデアディスカッション

極限空間の事例として火星基地滞在を想定し、その中で快適に暮らしていくために必要なことを考え、快適性の深掘りを行った。出されたアイデアから「変化」「空間づくり」

「認知科学」「コミュニケーション」を共通キーワードとして抽出した。更に、会議室や植物工場など身近なシーンを設定して、共通キーワードを参考にしながらアイデアを考え、生み出す社会的効果によって整理を行った。

4.2.3 社会課題の解決に繋がる新しい空間価値とは

提供される価値をより明確にするため、社会的要請の高い「地球温暖化対策」「経済再生/地方創生」「教育再生」「テロの脅威/紛争回避」という課題を設定し、それらの解決に繋がる空間価値について議論を行った。議論をより具体化するために課題を掘り下げて、それらを解決する空間ソリューションについてこれまで議論してきたアイデアを基に検討した。

- ・地球温暖化対策 ⇒ 気候変動への対応、食料不足、CO₂有効利用
- ・経済再生/地方創生 ⇒ 業務の生産性向上、農業人口減少、TPP対応（付加価値農産品開発）
- ・教育再生 ⇒ 学力向上、いじめ防止、不登校対策
- ・テロの脅威/紛争回避 ⇒ 多様性の理解、難民減少

4.3 社会課題を解決する新しい空間価値

我々が直面している社会課題（地球温暖化対策、経済再生/地方創生、教育再生、テロの脅威/紛争回避）を解決する空間ソリューションとして議論したもののうち、特に重要と思われる3つのソリューション（空間の共有と相互理解、集中/リラックスの支援、食料生産/美味しさ増進）に関して以下詳細に記載する。

4.3.1 空間の共有と相互理解

【商品・サービス】

- ・ 様々な空間を臨場感を持って再現（バーチャル体験）
- ・ コミュニケーションを活発化させる空間（オフィス、授業）
など

【内容】

複数のヒトで構成するコミュニティにおいて、空間を共有することにより、価値観の共有に繋がり、相互理解を深めることを期待できる。

様々な環境を気軽にかつ再現性高く実現する空間を提供する。例えば雪国らしい、南国らしい空間をより忠実に再現し得る空間である。この空間の中でそれぞれの地域に関連したイベント（食や文化、宗教、風土などの紹介）を実施することで、それぞれの土地の環境のみならず文化や考え方、価値観の共有に繋がるものと考えられる。また、国内地域で利用することにより地域理解、地域創生の足がかりになることが考えられるうえ、諸外国に関して利用すれば、日本や他国の相互理解を深めることに繋がるのが期待される。更に、学びの場に適用することにより様々な場面をリアルに再現する事が可能と

なり、時事教育、歴史教育、理科、美術や音楽など様々な教育にコンテンツを提供することが可能となり、大きなインパクトを与えることが可能となる。国際的には難民として基本的な教育が受けられない子どもたちに同様の場を提供できれば高度な教育を臨場感を持って提供することが可能となり、人類全体の未来にも繋がる産業となりうると考えられる。また、これらの空間は様々な会議室間の入れ替え・乗り入れにも利用可能であり、必要に応じて会議の目的にあった環境づくりや臨場感のある遠隔会議システムの開発にも利用可能である。同システムで培われた技術を農業・畜産業などに転用することにより様々な環境で必要な農作物を作成することが可能となり、食料問題や想定される海洋・宇宙進出への道が開けるものと考えられる。

【必要となる技術】

想定される技術としては小空間環境制御技術である。温度、湿度、気流、放射やにおいなど様々な想定される環境を自在に、かつ低コストで実現できる技術開発が必要である。基盤技術は現存のもので対応可能であると想定されるが、小型化、低コスト化、更には認知科学を応用した効率化が求められる。また映像のリアリティーもここでは非常に重要な因子となりうるため、4K や 8K といった高精細映像の活用、およびヘッドマウントディスプレイとの併用も視野に入れ、全方位映像を提供可能なスクリーンシステム、投影システムの開発を行う必要がある。そうした高精度映像をはじめとする大量の情報をスムーズに通信できるネットワークの構築も重要である。

整備されるべき法律や規制については、これら小空間の安全基準（音量や映像酔い等）の標準化と整備、および設置基準等が想定される。身体、行動情報などの取り扱いにあたり個人情報に関する規制の緩和や再検討が必要となることが想定される。

【解決される社会課題】

空間の共有の例としては、食品輸入会社/食品販売・卸の現地見学ブースなどが想定される。現地の畑や加工場に入り込んでいるかのような空間を再現しリアルタイムで結ぶことで、生産－消費空間の近接化が可能となり、地方創成、国際理解に繋がることが想定される。日本とインドのカレーのように似て非なる料理を同じ時間をかけて調理することで、共に学んでいる感覚を得ることが可能である。宗教上のタブーや食事のマナーなどを知ることができ、深い文化理解により心の交流が可能となる。ひいては世界平和や相互理解に繋がる。

会社などでの会議や移動は生産性の消費であるとも考えられる。遠隔会議システムが考案され、一部様々な形で導入はされているが、決定的なブレイクスルーがあったようには見られない。会議室全体、個人の空間それぞれの照明・気流・温度制御を会議の場にあわせて調整をすることにより、コミュニケーションの活性化を促進する空間システムを実現する。作業や会議の目的に応じた計画を事前に設定すると最適なペースがディスプレイに表示され、議事なども自動記録され作業に集中できる。更にはヒトの活動や生理指標をモニターすることにより適切なフィードバックを行うことで、個別に快適環境

を提供することや省エネにも繋がることが期待される。設計・計画と生産現場をつなげることで、高い生産性が実現される。



図 10 空間の共有のイメージ

4.3.2 集中/リラックスの支援

【商品・サービス】

- ・ 集中・学力向上・記憶力向上空間
 - ・ 気持ちを落ち着かせる空間/パーソナル癒し空間
 - ・ 創造力を高められる空間
- など

【内容】

集中/リラックスに及ぼす影響をコントロールすることで、その人が望む精神状態へのシフトをサポートできる空間を提供する。具体的には、集中力向上などの知的活力向上空間や、リラックスなど情緒的安定を醸成する空間など、空間の人と関わる価値を最大化するものである。

こうした集中/リラックスの支援空間は、住宅、オフィス、工場、学校・塾、ホテル・レストラン・カフェ、病院、空港、航空機・電車内等への展開が見込まれる。これによりこうした空間を使用する事業およびそれらを実現するための設備機器やパーソナル機器等の産業振興も期待される。

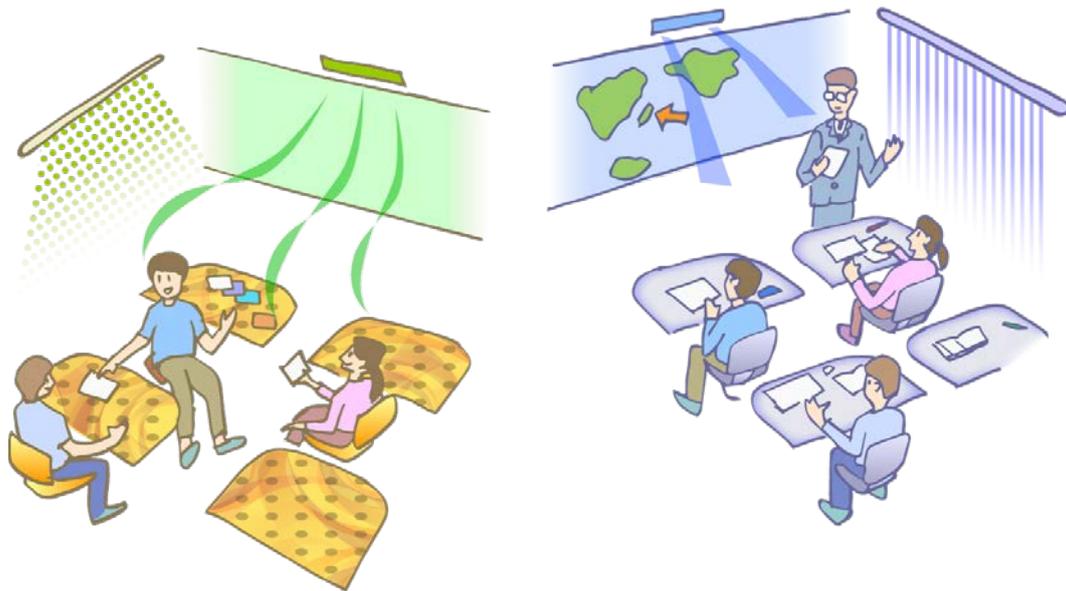


図 11 集中/リラクスの支援のイメージ

【必要となる技術】

- ・ 評価指標と対応した、集中/リラクス/快適度の計測・センシング技術
- ・ 空気環境の制御（温度、湿度、気流、放射、におい等）
- ・ 照明や音響などの制御
- ・ 空間設計（空間デザイン、音、光等）
- ・ 集中・リラクス/快適度の指標

人間の知的集中度やリラクス/快適度などに対する、対象を空間に限定しない汎用的かつ科学的な評価指標の確立が必要である。その際には評価指標の世界展開も視野に入れることが望ましい。さらにこうした指標を空間等へ適用し、またそれに基づく空間制御技術の開発が望まれる。

【解決される社会課題】

これら最適な精神状態をサポートする空間が提供されることにより、より生き生きとした豊かなくらしの実現が期待される。また集中力向上や情緒的安定などがサポートされることで質の高い学習環境の場が提供でき、学習意欲や創造性の向上により、経済的にも精神的にも豊かな社会の実現に寄与できるものと考えられる。更に知的活力の向上促進などから、働き方やライフスタイルの変革、超スマート社会・経済再生・地方創生への寄与が期待される。

4.3.3 食料生産/美味しさ増進

【商品・サービス】

- ・ 高効率食料生産システム（CO₂の有効利用）
- ・ 価値の高い植物の生産（減農薬・無農薬）
- ・ 育成環境制御による美味しさ・品質・栄養機能向上

- ・ 保管/輸送環境制御による鮮度維持・熟成促進・美味しさ向上
 - ・ 農業ノウハウの完全レシピ化
- など

【内容】

地球温暖化の原因は人間活動による二酸化炭素の過度の放出によるものである。一方で、二酸化炭素が十分に受容できていないことが、植物の成長の抑制要因の一つである。そこで、二酸化炭素放出量の高い場所から作物育成空間に空気を循環させ、高効率食料システムを確立する。既にいくつかの植物工場に取り入れられているが、それをより簡便化し、オフィスや学校、さらには住宅にでの人間活動空間と植物生育空間を結びつけ、どこでも身近に作物が生産できるシステムをつくる。

いくつかの特殊な揮発性物質（におい）は、病害虫の抑制効果、更に、植物自身のもつ病害虫抵抗性を高める効果を持つことが報告されている。においは拡散するため制御が難しいと考えられるが、（半）閉鎖空間である植物工場内において、このような機能をもつにおいを制御できれば、安定かつ、減農薬・無農薬の食料生産を実現することが期待される。更に、植物の質は生育環境によって大きく異なる。既存の植物工場は、温度・湿度・照明・二酸化炭素制御に注目しているが、においを利用することでより美味しい、栄養機能の高い作物が望める可能性がある。また、作物収穫後の保管/輸送環境制御は鮮度維持には欠かせない。現在は低温保持が主流であるが、二酸化炭素・酸素、エチレン、においといった空気環境の制御によって、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。

【必要となる技術】

- ・ 空気環境制御技術（温度、湿度、二酸化炭素・酸素濃度、におい等）
- ・ 波長、光量などの照明制御技術
- ・ においセンシング、生鮮度・成熟度センシング
- ・ 植物の品質評価（栄養・機能成分・美味しさ、安全）
- ・ 各におい成分による作物・病害虫への影響調査（研究）
- ・ 以上を含めた農業の完全レシピ化

【解決される社会課題】

安定した生産、ならびに保管・輸送技術は、気候変動の影響を受けにくく、また世界的な食料不足を解決する。更に、ジャパン・ブランドとして高付加価値を提唱することで、TPPによる日本農業の立場を優位とする技術になり得る。例えば、イチゴ名人のノウハウを再現できるイチゴハウスが提供可能になれば、環境とノウハウをパッケージとして様々な国内外の地域に輸出が可能となる。高品質のイチゴを育てることができれば、競争力強化の一助ともなる。更に、これら技術をパッケージ化することで、海外への進出も見込まれる。

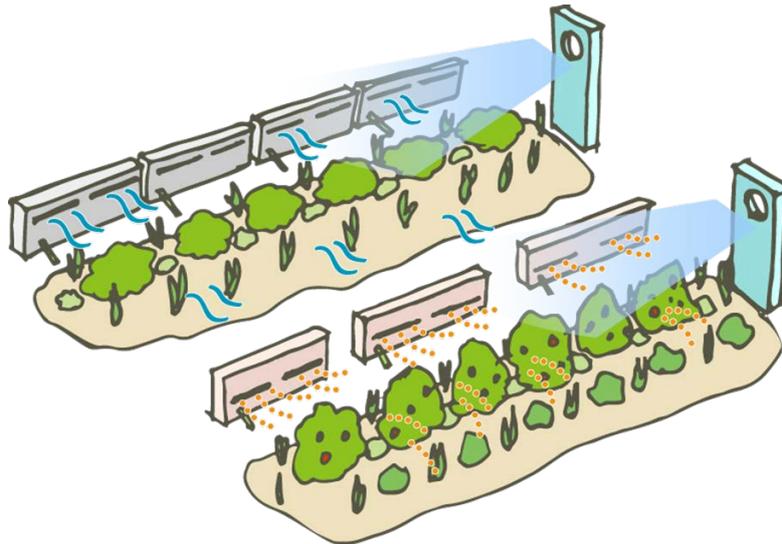


図 12 食料生産/美味しさ増進のイメージ

4.4 新たな空間価値に関する新産業実現にむけて

現代社会において人間の活動のほとんどが実行されている空間において、空気環境や音、光、映像などの制御のような空間の効率的な利活用を促す技術により、目的に応じた空間づくりという新たな価値を提供することが可能である。前項で述べた空間ソリューションはその一部であり、認知科学の活用などこれまでにない新しい価値を付与する技術開発により、新たな産業の創出を目指す。

また、空間には複数のヒトやモノが存在する。人間ひとりを対象にして考えるだけでなく、複数のヒトやモノで構成されているコミュニティを対象としても検討する必要がある。空間には複数の人が存在し、お互いに影響しあって活動している。人間と人間の間を刺激し、その間のコミュニケーションに対して作用すること空間こそが新たな価値を持つ。

一方で制御可能な空間であるため、様々なコンテンツに対する人間やその他の動物・植物の反応についての情報（身体性情報や行動指標等）を収集する事も可能である。その空間に存在するヒト、モノの状態把握を行い、より望むべき空間づくりへとフィードバックが可能となる。更に将来的にはこれらの情報を基にした新たなコンテンツへと活用され、さらに大きな産業へと発展する。

4.5 今後必要となる施策（提言）

新たな空間価値の実現に必要な技術はまだ開発途上段階であり、基礎的な検討を要するものも少なくない。日本発の新産業に資する新技術の開発に向け、産官学が一体となって研究を加速する必要がある。具体的には、学术界が基礎的な研究や原理の解明を行い、産業界がその応用展開や実用化を図る。政府は既存の府省や学会、業界を横断して、必要な有識者や企業を集結させる体制を整え、その加速に向けた施策を実行する必要がある。

また、新たな空間価値という機能付加的概念を考えると、食品分野で使われている特定保健用食品（トクホ）と同様な認証方法も模索すべきである。トクホは食品に保健的な機能を追加したイメージである。今回議論した新たな空間価値は、空間制御によって何らかの付加価値を付けることを提案しており、認証を得られるような枠組みを作ることによって、より大きな産業へと発展していくと考えられる。

5. 実現に向けた取り組みとロードマップ

5.1 感染性物質・微粒子のリスク低減技術の開発と効果検証

a) 感染リスク・微粒子リスクのリスクモデル構築と実証

研究室レベルの単純な実験による安全基準の決定は困難であるため、シミュレーションと実験実証（ボトムアップとトップダウン）によって、リスクモデルを構築しリスク低減に活用する。具体的には、実際のシーンを想定して、人と人が1対1の状態である基本モデルを構築する。モデル構築には、数学／工学／人間行動学／環境学／医学／公衆衛生等の複合的取り組みが必要となる。

基本モデルをベースに、用途やシーン別のモデル（拡張モデル）を作成し、必要なパラメータを、実証実験によるデータ収集や仮定することで設定する。実証実験は、病院（厚生労働省）、学校（文部科学省）空港（国土交通省）工場（経済産業省）等、シーン毎で必要となる。

b) モデルを基にした評価方法により、現状の浄化技術の効果検証

上記モデルに基づいた評価方法で、現状の浄化技術の効果を検証する。人体に対する安全性の確保ができていないものや、必要スペックに到達していないものは、d)での開発項目となる。

c) 用途・シーン別のリスク低減手法の構築（ビジネスモデル概要）

用途やシーン毎に作成したモデルを用いて、各々のリスク低減手法を構築する。用途やシーン毎でセンシング・浄化技術に求められるスペックが異なる。更に経済性を加味することでビジネスモデルの概要となる。

d) 感染性物質・微粒子の浄化・センシングに関する世界最先端技術開発（国プロ等）

c)の技術スペックを満たしていない、浄化・センシング技術に対して、世界に先駆けて技術開発を行う。

e) 最先端の開発技術をベースにした、機器・ソリューションの標準化と認証

d)で開発した最先端の技術に基づき、機器・ソリューションの評価方法を確立し、その標準化と認証体制を検討する。海外展開も視野に入れて、まずは国内で実績を積むことが必要である。

5.2 シーン毎の技術レベル認証と、ビジネスモデルの詳細検討

空気・空間に関する新産業創出について、本プロジェクトにおいて、メンバーや様々な有識者の方々を加えて議論を進めてきた。検討した内容をベースに関連府省（経産省、厚労省、国交省等）の方々も交えて意見交換を行い、課題認識や具体的施策の案につい

て議論を深め、具体的な役割分担の合意形成を得る。

5.3 空間に付与する「新たな価値」の具体化、および定量化・制御技術の開発

空気質・空間評価方法と安全基準～安心レベルの明確化を行う推進体制については、参画いただく方の検討・調整や議論すべき項目の具体化など、立ち上げに向けた詳細検討を行う。もし準備が早めに整ったならば、関係者での事前協議を開始する。

5.4 「新たな価値」の社会実装検討と評価、評価方法の標準化推進

高性能センシング・浄化技術の開発、または新たな空間価値を創出する新技術については、重要となる課題や解決すべき優先順位を検討し、早急に対応が必要な技術課題を抽出する。例えば捕集技術の高効率かつ低圧損の両立、感染性物質の高感度な検出、表面浄化技術の高性能化、人の動きと気流等 AI 応用による予測制御、などが挙げられる。

集中力・リラックス等の客観評価の研究を加速するために、評価に関わる基礎技術開発を加速する研究会の立ち上げを目指し、そのメカニズムや機序解明、行動心理などの研究、応用作用の技術、社会実装など、必要な検討項目を具体化し、対応策についても素案を検討する。

5.5 実現に向けたロードマップ

2016年に業界・分野を横断した産官学連携組織を設立。2018年には、ソリューションの基本形を構築する前段階として、有識者の知見を基に、現行技術を組み合わせるソリューションを提示する。2020年にオリンピック・パラリンピックの東京大会の機会を捉え、ショーケース的な空間浄化モデルを構築。2022年には、空間ソリューションの基本形の完成を目指す。

感染症・微粒子対策としては、リスク低減の基本モデルを構築し、2020年までに用途・シーン別に拡張モデルを構築する。浄化・センシングの最先端技術開発は2021年を目標に行い、新技術をベースにして機器・ソリューションの評価方法を確立する。これらを基にシーン毎の技術レベル認証とビジネスモデルの詳細検討を行う。

新たな価値空間の創出については、「新たな価値」の具体化をフィジビリティスタディ等で行い、2019年から感染症・微粒子対策の技術をベースに、価値の定量化・制御技術の開発を行う。その後、社会実装と評価方法の標準化を行う。

以上

【付録】

6. 感染症対策・微粒子制御に関する検討内容【公開対象外】

7. 新たな価値を持った空間（機能付加）に関する検討内容【公開対象外】

8. プロジェクト活動の記録

●第1回全体会（キックオフ）

◆日時：7月22日(水) 13:30~17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆内容：

具体的活動内容の認識共有

各社の空気関連事業・技術紹介

講演：三菱総合研究所

●第2回全体会＋分科会①

◆日時：8月4日(火) 13:30~17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第2回全体会

分科会およびリーダー決定

講演：京都大学 下田宏様

◆感染症対策・微粒子制御 分科会①

検討対象シーンの絞り込み及び分類

分類ごとにチーム分け

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会①

名古屋大学 野村康様からの情報提供

メンバーの興味分野を共有

●第3回全体会＋分科会②

◆日時：8月25日(水) 13:30~17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第3回全体会

講演：龍谷大学 塩尻かおり様

◆感染症対策・微粒子制御 分科会②

チーム毎に分かれてシーンの絞り込み、関連技術の課題抽出

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会②

研究事例紹介：龍谷大学 塩尻かおり様

東京理科大学 有村源一郎様

愛媛大学 高山弘太郎様（塩尻様代理説明）

極限事例（火星基地）での快適性についてアイデアディスカッション

●第4回全体会＋分科会③

◆日時：9月9日(水) 13:30~17:00 ◆場所：清水建設 技術研究所

◆第4回全体会

清水建設 技術研究所見学

◆感染症対策・微粒子制御 分科会③

チーム毎で、(a)シーン・事業の具体化、顧客価値、(b)コアとなる要素技術、(c)その実現

に向けた課題、阻害要因、(d)解決する施策、(e)提案の骨子について、議論

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会③

極限事例と身近な6シーンでのアイデアを整理し生み出す社会的効果について議論

●第5回全体会＋分科会④

◆日時：9月30日(水) 13:30～17:00 ◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第5回全体会

講演：千葉大学 亀井克彦様

産総研 中川誠司様

◆感染症対策・微粒子制御 分科会④

提言骨子案の議論。チーム間での共通要素の抽出。

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会④

研究事例紹介：京都大学 鈴木裕輔様

社会的効果を生み出す新技術について議論。

●第6回全体会

◆日時：10月7日(水) 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：東京大学 稲葉寿様

金沢大学 大谷吉生様

中間報告書（案）の検討

●第7回全体会＋分科会⑤

◆日時：11月18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

◆第7回全体会

講演：東京大学 西浦博様

◆感染症対策・微粒子制御 分科会⑤

課題認識共有、安全基準・センシング技術・浄化技術の具体的議論

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会⑤

名古屋大学 野村康様による課題共有、アイデアの発展形を検討

●第8回全体会＋分科会⑥

◆日時：12月15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

◆第8回全体会

COCN事務局・企画小委員から各府省への説明内容共有

◆感染症対策・微粒子制御 分科会⑤

安全基準の具体化、現状のセンシング技術の調査・分類、浄化技術のあるべき姿の議論

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会⑤

大きな社会的価値紐づくアイデアの整理、発展形の検討

●第9全体会+分科会⑦

◆日時：12月22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：摂南大 宮本征一教授

東北大 押谷仁教授

◆感染症対策・微粒子制御 分科会⑦

あるべき安全基準の姿を議論、各シーンで求められるセンシング技術・浄化技術を洗い出し

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会⑦

アイデアをクラスタリングし、重要なものを絞り込み

●第10回分科会⑧

◆日時：1月14日（木） 13:30～17:00

◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆感染症対策・微粒子制御 分科会⑧

最終提言骨子案に向けたアクションプラン検討

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会⑧

提言案の骨子議論と最終報告書の目次

●第11回全体会+分科会⑨

◆日時：1月28日（木） 13:30～17:00

◆場所：パナソニック東京汐留ビル

◆第11回全体会

講演：東京海洋大 木村凡様

産総研 藤巻真様

◆感染症対策・微粒子制御 分科会⑧

最終報告書の骨子案検討

◆新たな価値空間創出（機能付加）分科会⑧

最終報告書の骨子案検討

●第12回全体会

◆日時：2月2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

最終報告書案の検討

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