

2021/07/17-18
ムーンショットミレニア・プログラム 調査研究報告会

2050年までに、

インフラの拘束から解放されて 暮らし方の自由度が 飛躍的に向上した社会

を実現

社会像キャッチフレーズ：2050年、もっと自由になれるはず

チーム名：Candy Factory

チームリーダー：上野 真（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）

サブリーダー：阿部侑真（国立研究開発法人情報通信研究機構）

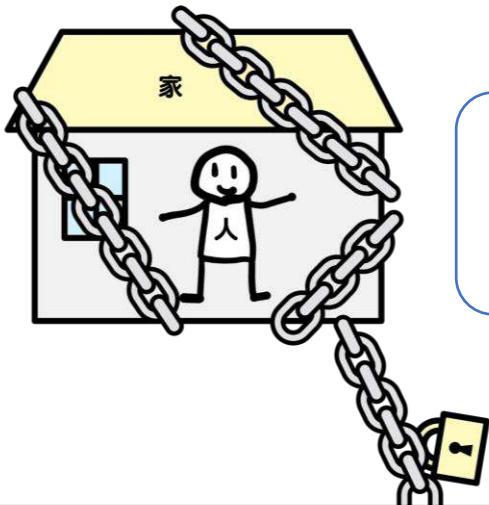
INFRASTRUCTURE PROJECTION ANYWHERE



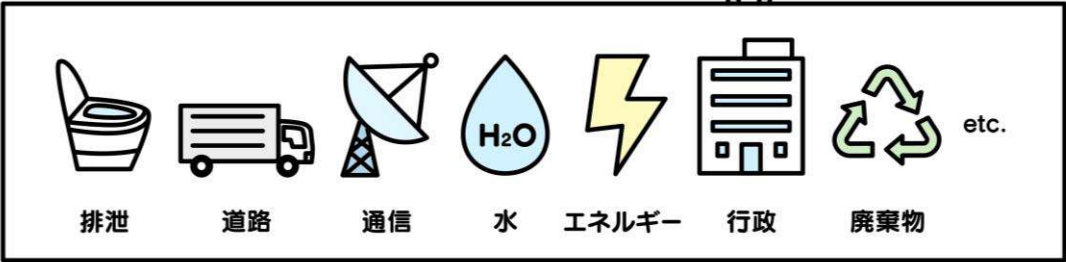
2050年の社会像

現在の社会像

私たちの生活は
既設のインフラに
強く依存しており、
生活の質は
インフラの質に
左右される面が強い



インフラから生活を
分離可能にすれば、
都市への一極集中は
必要なくなる！



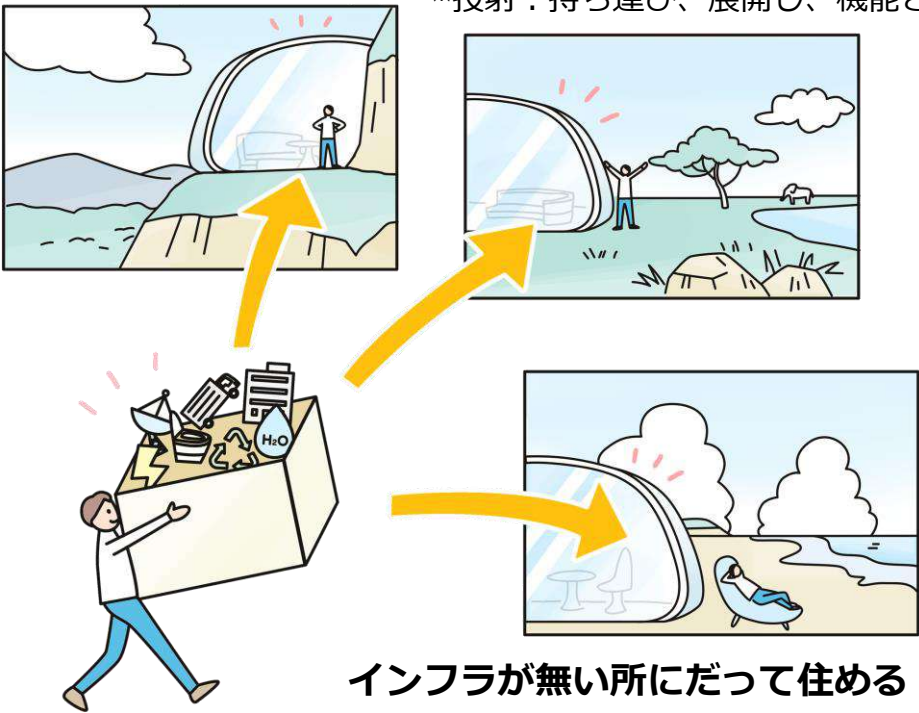
*インフラ：産業や生活の基盤として整備される施設

2050年の社会像

暮らし方が土地のインフラに縛られることはなくなり、
自分の暮らし方をもっと自由に追い求めることができる社会

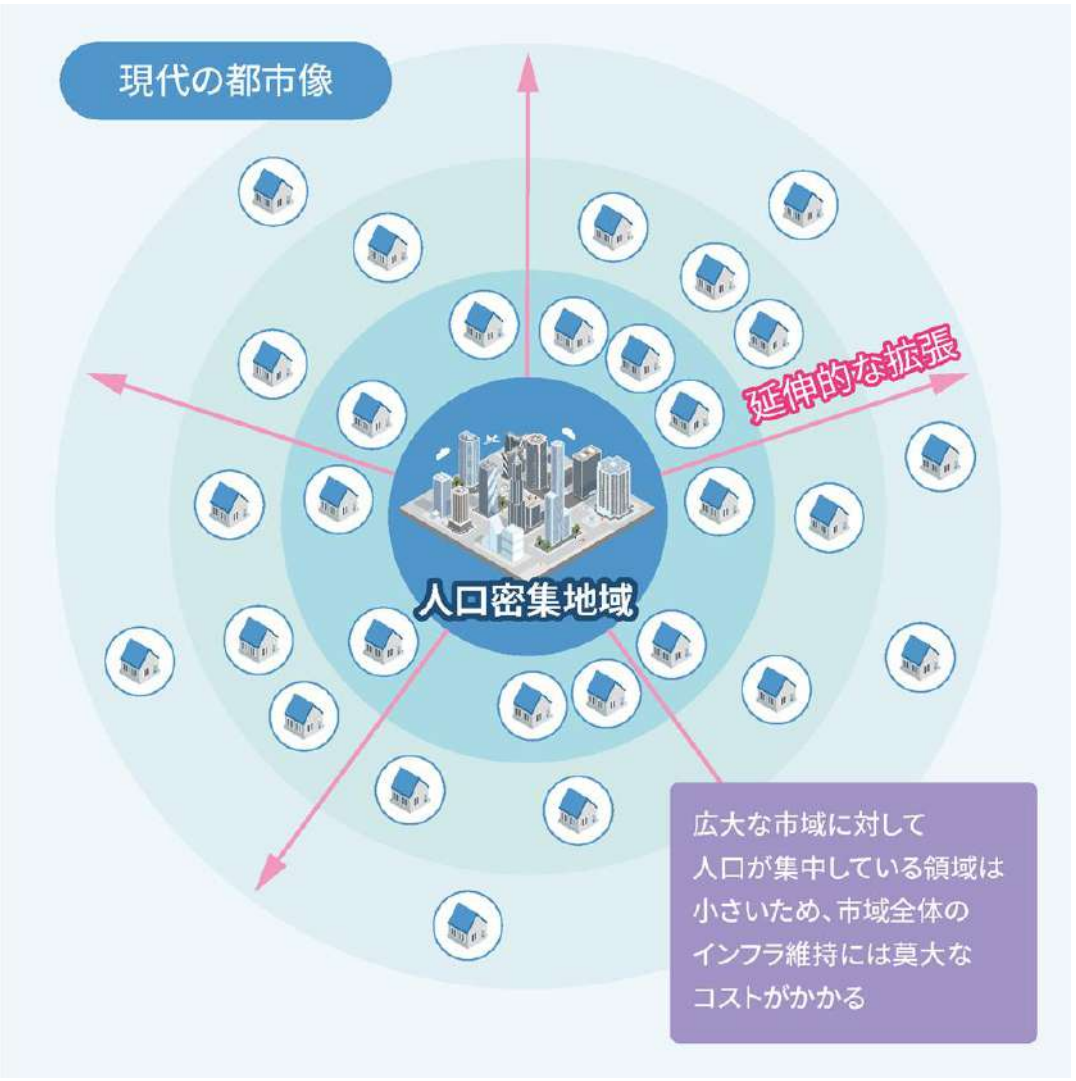
・ **Infrastructure Projection Anywhere (IPA) 技術**
インフラをパッケージングして投射※ = この社会像を実現するキー技術

※投射：持ち運び、展開し、機能させること

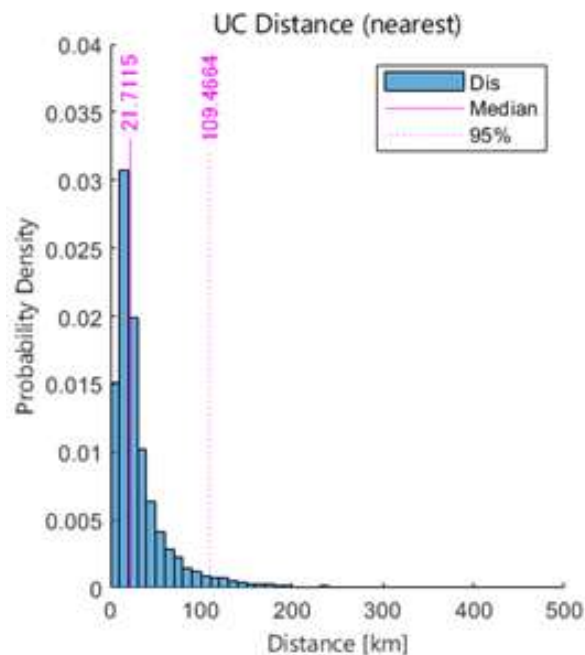


インフラが無い所にだって住める！

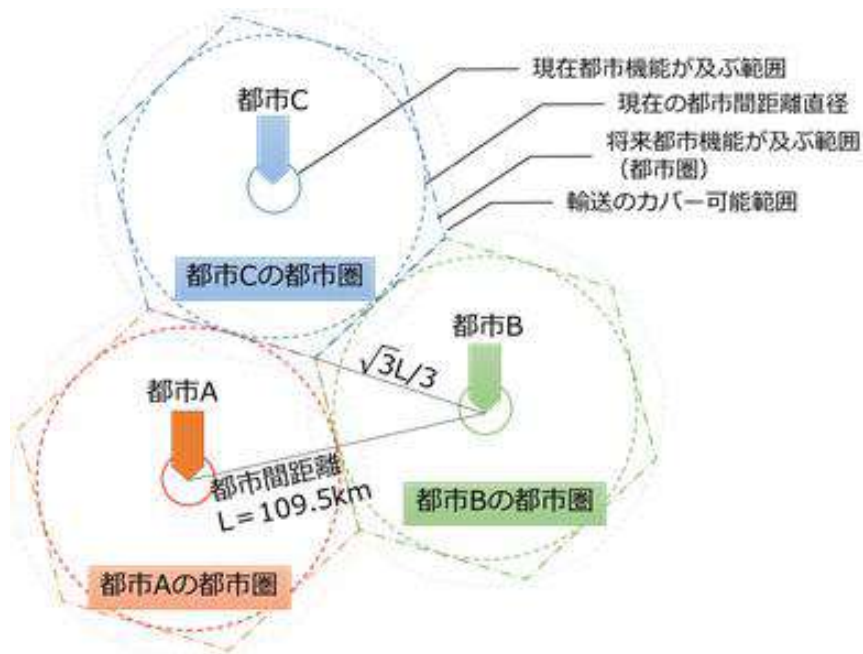
解がもたらす新たな都市像



新たな都市像のサイジング



95%の人口密集地域（Urban Centre※）は
109.5 km以内に隣の人口密集地域が存在



人口密集地域間のすべての領域に
サービスを提供すると考え、
都市としてカバーすべき範囲は
直径126.4 kmの円の範囲内
→ 緊急時対応を考えて倍の252.8 kmをカバー



人口密集地域の分布



人口密集地域を中心として
直径252.8 kmの円で覆うと
主要な地域が網羅される

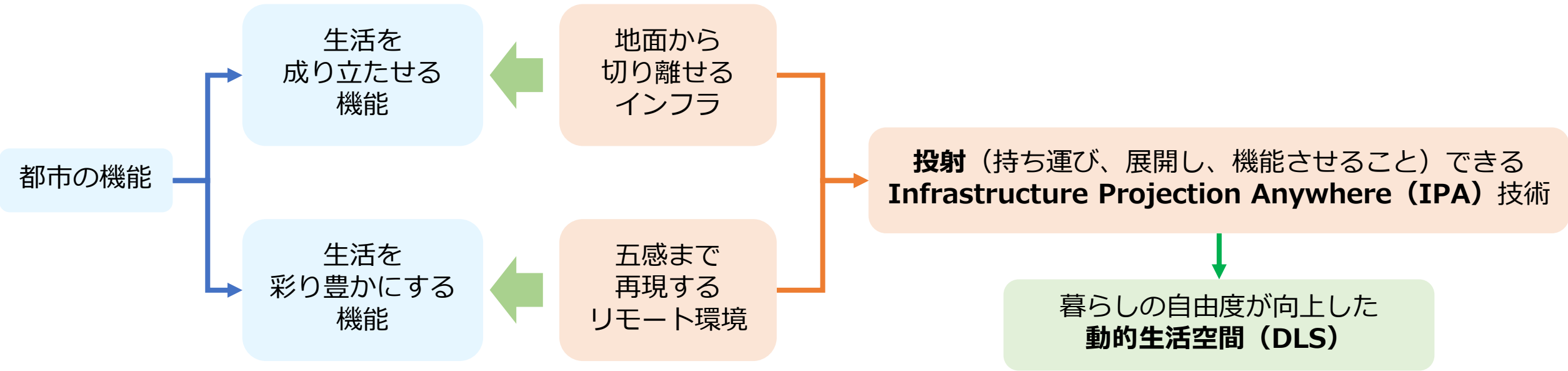
※Urban Centre :
土地1km²あたり少なくとも1,500人の住民の密度と50,000人の最小人口を持つ
1km²の隣接するグリッドセルの高密度クラスター（Dijkstra & Poelman, 2014）

解のポイント

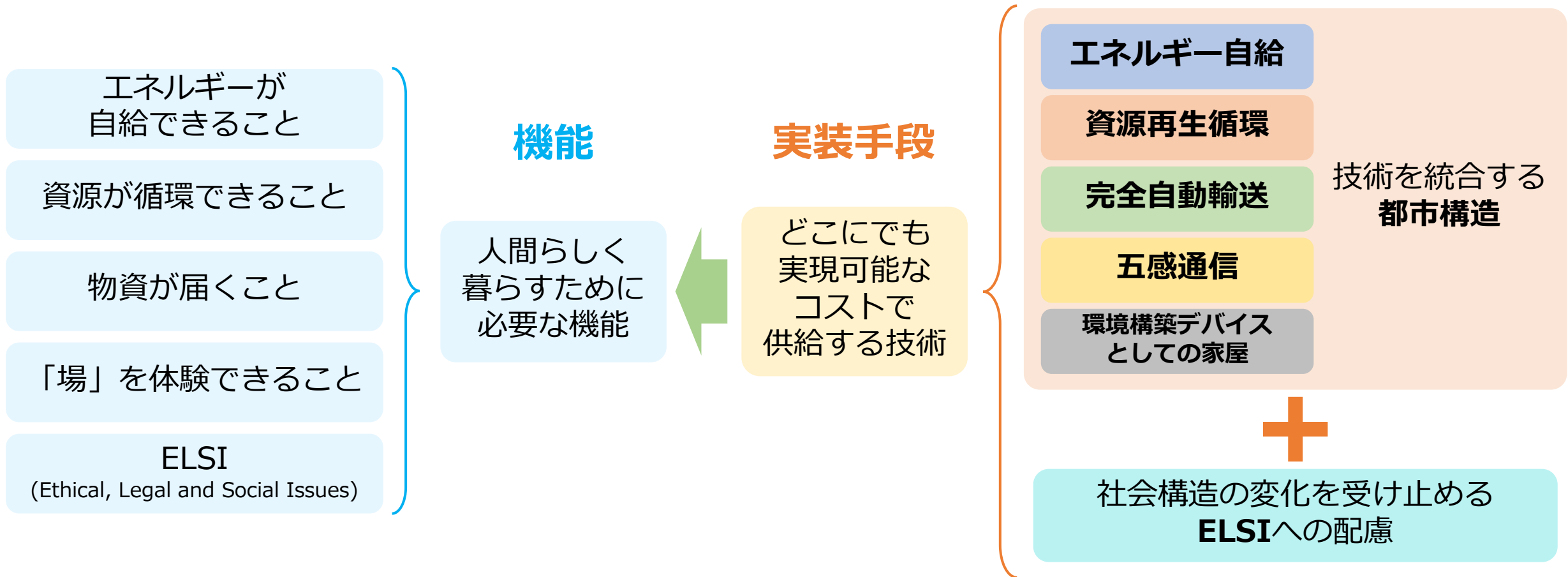
今まで実現できなかった理由	一極集中解消という文脈では長年にわたって地方に資金を投下する取り組みが行われてきたが、移住の希望はあって ^{*1} も、 そこにはありたい自分になれないから都会に向かわざるを得ない という根本的な理由 ^{*2} に取り組みないため十分な成果を得ていない。
なぜ今ならできるのか	個人がどこでも「 ありたい自分 」でいられるかどうか に 焦点を当てたことが、この提案のポイントである。どこにいても都市にいるのと同じ利便性を享受できれば都市に住む必要は無い←それを実現する手段が解 この観点で 人々の生活を構成する必要な機能を分解して、何を実現すれば良いかを導出した 。

*1: 本調査研究におけるオンライン調査結果

*2: 国土交通省, “企業等の東京一極集中に関する懇談会とりまとめ（参考資料）”, 2021.



満たすべき機能と実装手段



エネルギー自給

できること

太陽電池の場合
年間発電量はほぼ賄えるが
夏は余剰・冬は不足

できていないこと

夏から冬への
エネルギー平準化
(冬は必要量の1/3程度)

取り組むべき技術課題

P2G*など
エネルギー保存技術

資源再生循環

シャワーや手洗い用なら
製品化されている

排泄は民生用では大型
(加えて、水分を
蒸散してしまう)

BOD** 5mg/L以上の
汚い生活排水の再利用

完全自動輸送

ドローンを用いての 近距離輸送

新たな都市像を満たす
252.8km以上の
航続距離は無い

電池の高密度化
全天候全自動化

五感通信

2050年には
都市間の情報伝送量
2.56Ebpsを満たせると予想

触覚・嗅覚・味覚の
検知再現技術が遅れ
(pptレベル必要な感度がppb)

センサ感度・ダイナミックレンジの向上と 感覚間相互作用の考慮

環境構築デバイス としての家屋

一日で建設できる家が
登場し始めている

家屋を環境を作り出す
場として再定義
(体験を再現できない)

場を意味づける 一次情報伝達の仕組解明

*P2G: Power to Gas

****BOD: Biochemical Oxygen Demand、生物化学的酸素要求量**

新たな都市像を満たすための技術

完全自動輸送

における例

電動航空機を想定した場合に求められる、図のピンク色領域の性能達成は電池性能がカギを握るが、2050年の時点では実現できると考えられる。

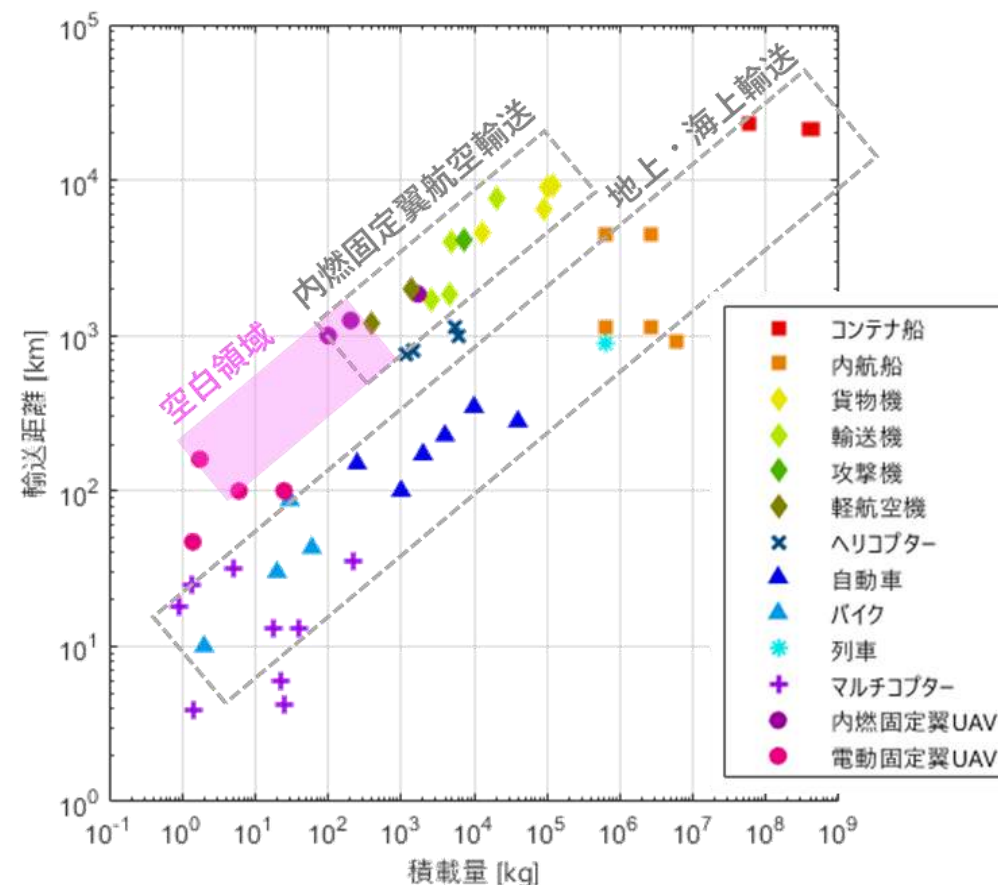
一方で、「いつでも」物資を届けられるためには、無人輸送システムを構築する必要があり、無人での受け渡し、全天候全自動化といったシステム全体での成立性を担保する技術の確立が求められる

2030年以降には
リチウムイオン電池の
理論限界662 Wh/kgを超える
各種電池の登場が予測

2050年の
輸送距離限界：
929 km

現在入手可能な
156Wh/kgの電池で試算

2020年の
輸送距離限界：
219 km



マイルストーン

(2026年までにプロトタイプを作る)

2020年

2030年

2040年

2050年

エネルギー自給

都市の一部地域が
再生可能エネルギーのみで
安定的に賄える

環境にやさしい
暮らしが可能な
電力の完全自給自足機能

地球上のあらゆる場所で
電力が自給自足可能

資源再生循環

- ・ BOD（生物化学的酸素要求量）
5 mg/L以下の比較的きれいな生
活排水を料理や飲料水として利
用可能にする循環

- ・ BOD 5 mg/L以上の
汚い生活排水を
料理や飲料水として
利用可能にする循環

- ・ 生活に必要な水を全て循環
・ 有用な廃棄物をすべて
循環／輸送できる
システムの実現

完全自動輸送

- ・ 無人輸送機、無人ロボットの
遠隔操作可能
- ・ 内燃機関を用いて航続距離
252.8 kmを達成

自律化したロボットと
天候に依存しない
完全無人輸送システム

- ・ バッテリー性能向上により
完全電動全天候輸送が実現
- ・ 完全自動輸送でどこにいても
都市の便利さを享受可能

五感通信

触覚、味覚と嗅覚の一部が伝
送可能な通信の実現

- ・ 触覚も伝送できる
ロボット操作の実現
- ・ 伝送可能になる味覚情報と
嗅覚情報の種類が増大

- ・ 遠隔地でも
現実との区別がない
五感通信の実現

環境構築 デバイスとしての家屋

無意識に快適と感じられる
空間の創出

個々の創造性を
最適化する空間の創出

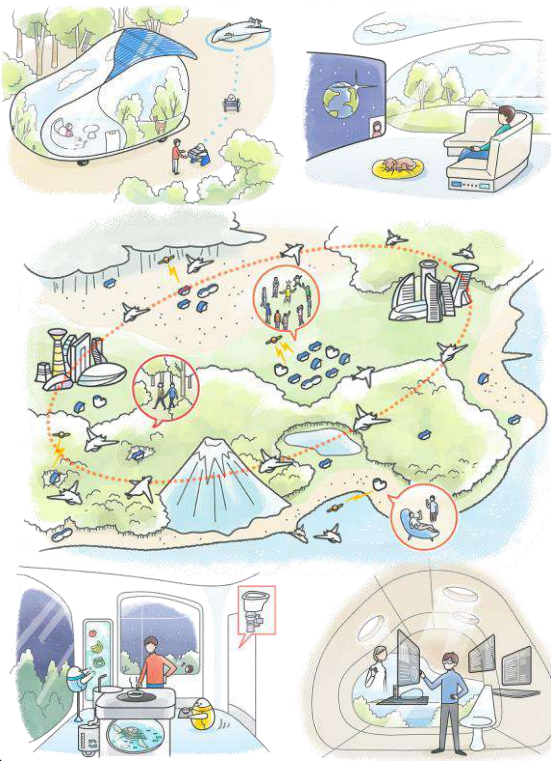
- ・ 意識することなく
場の切り替えが可能
- ・ いつでも一次情報に
触れられる環境の創出

すべてを輸送する前提で
発電条件の良い場所での
暮らしを実現

IPA要素技術が
動的生活の
要求性能を満足

システムとしての
完全な動的生活の実現

暮らしの自由度が向上した
動的^①生活空間

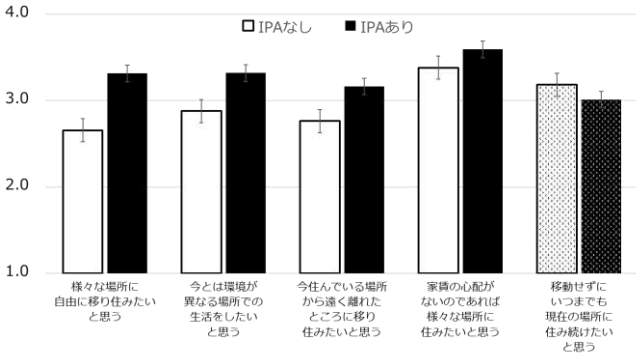


2050年、もっと自由になれるはず

- 自由度の向上を目指し、インフラをどこにでも投射可能にすることで固定化した社会像を覆す
 - ・ 現在の人口密集地域の間にある地域すべてに都市と同等以上の機能を提供
 - ・ 有史以来の「地方から都市へ」の終焉
- 都市に行かないと得られないとされた機能がどこに住んでいても享受できる
 - ・ 開催した国際ワークショップでも世界六大州の参加者から好意的に受け止められた
 - ・ オンライン調査でも移動の希望者は多いことが分かった
- この実現に必要な技術は：
 - ・ エネルギー自給・水循環・完全自動輸送・五感通信・環境構築デバイスとしての家屋
 - ・ これらを束ねる社会のアーキテクチャデザインとELSIの地位も同列で必要
 - ・ サイジングの結果、**要素技術に大きな飛躍は必要ないが、システム・オブ・システムズとしての社会システム構築に関する研究の必要性が高い**
- これまでの延伸的な拡張による無駄なインフラ敷設・維持が必要なくなり、コストが削減されると共に、インフラのバージョンアップも容易になる
 - ・ 発展途上国でのリープフロッグ型インフラ導入も急速に進む



国際ワークショップ
グラフィックレコーディング



オンライン調査結果