

都市デジタルツインを支えるAI・XR技術
—地理空間情報との融合による可視化・体験・意思決定支援—

大阪大学 大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻
教授 福田知弘

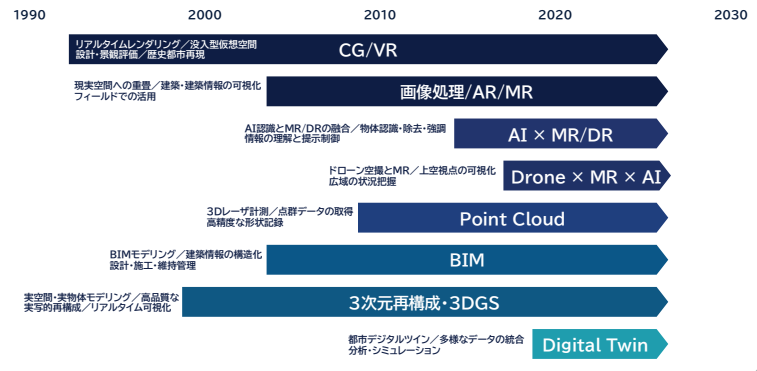


私たちは、都市を「デジタルにする」研究を続けてきた。

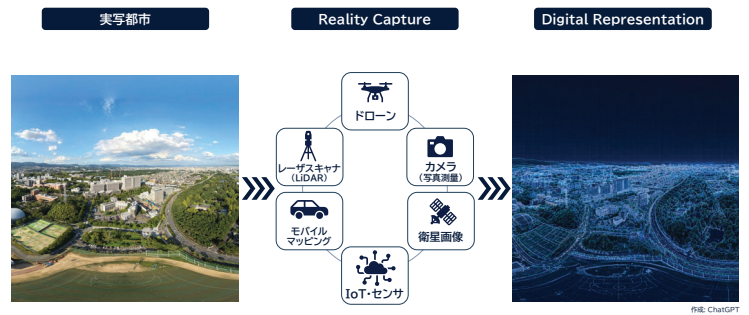


都市を、AIにも人間にも
「理解できる空間」にできるか？

技術は変わってきた。しかし、対象は一貫して「実空間」である。

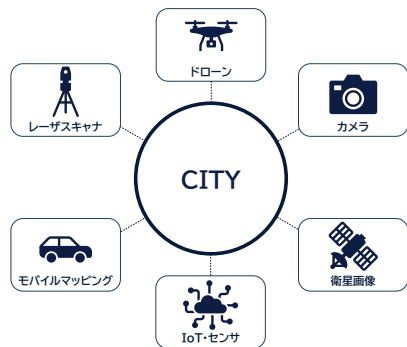


Digital Twinの出発点は、現実空間をデジタル情報として捉えることである。



1. 都市を「捉える」

単一のセンサでは、都市のすべてを捉えきれない。



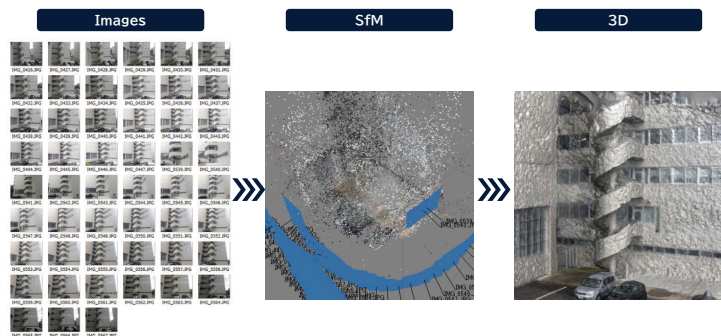
7

点群は、現実空間の「形」を高密度に記録する。



大阪大学造園記念センター 8

画像は、形状だけでなく「見た目」を持つ空間情報である。



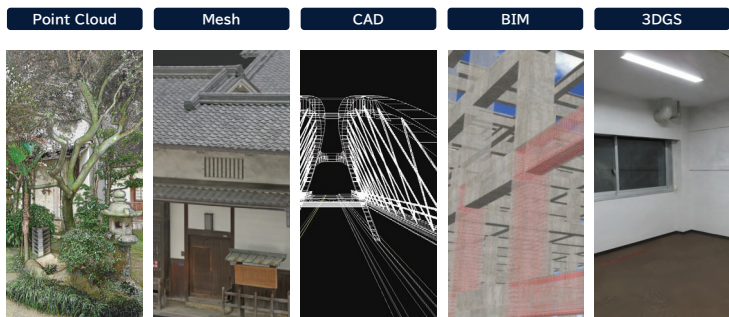
9

3DGSは、画像から「空間そのもの」を表現する新しい選択肢を与えた。



★[Hashizume et al. 2024] 10

「3Dモデル」といっても、表現している情報は同じではない。



11

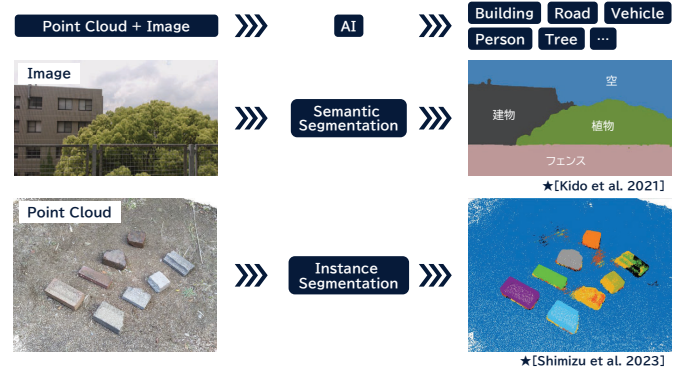
3Dにすれば、
「都市を理解した」ことにな
るのだろうか？

12

2. 都市を「理解する」

13

AIは、計測された「形」を、都市を構成する「意味」へ変換する。



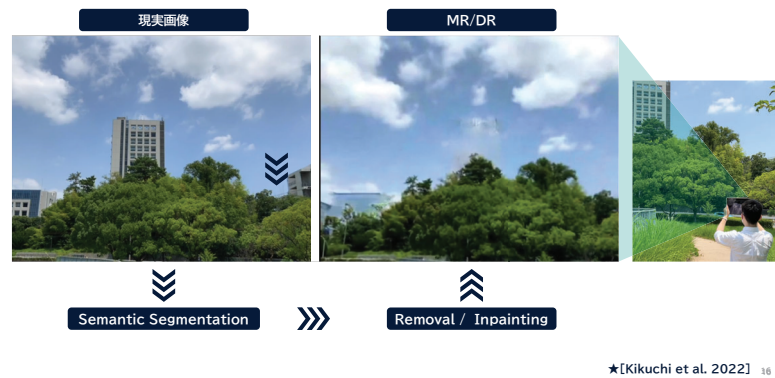
14

「何がどこにあるのか」を理解することで、都市データは意味を持つ。



15

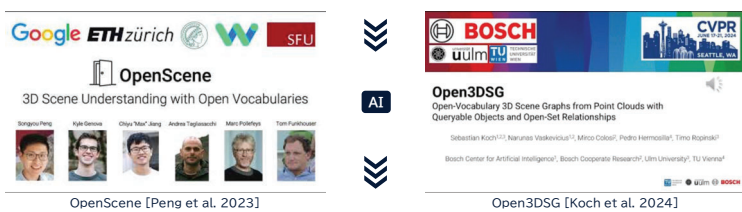
AIによる「理解」が、XRによる「現実空間の編集」を可能にする。



16

AIによる空間理解は、2D画像から3D空間へ広がっている。

Image Point Cloud 3D Model

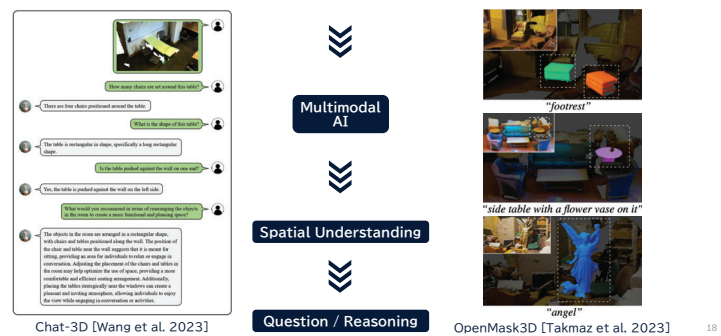


Semantic → Instance → Spatial Relationship

17

都市を理解するには、一つのデータだけでは不十分である。

Image Point Cloud Text + BIM / GIS / Sensor / Simulation ...



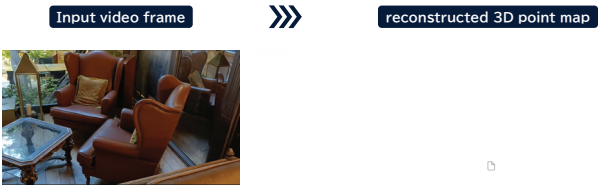
18

AIの役割は、「認識」から「再構成・生成」へ広がっている。

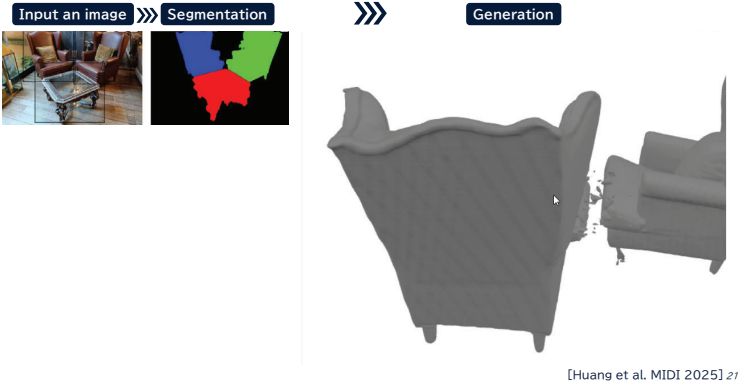


Point Cloud / Image → Semantic → 3D Geometry → 3D Scene

1本の動画から、3D空間を再構成する。



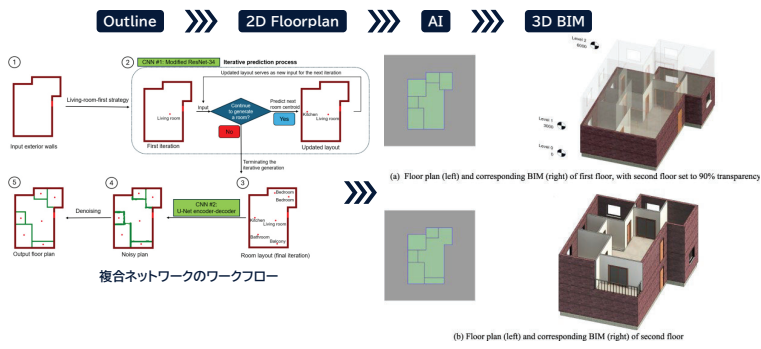
1枚の画像から、複数の物体を含む3Dシーンを生成する。



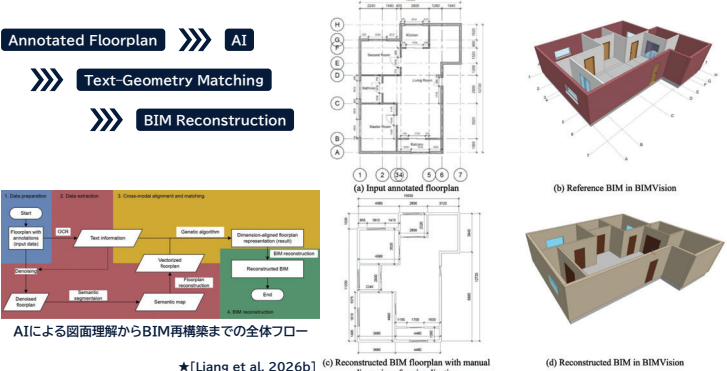
AIによる3D再構成は、形状だけでなく「尺度」まで扱えるようになった。
しかし、万能ではない。



「理解するAI」から「モデルをつくるAI」へ。



2D図面から、意味と寸法を理解した3D BIMへ。



3. 都市を「モデル化する」

25

3DモデルはDigital Twinの重要な構成要素だが、それだけではない。



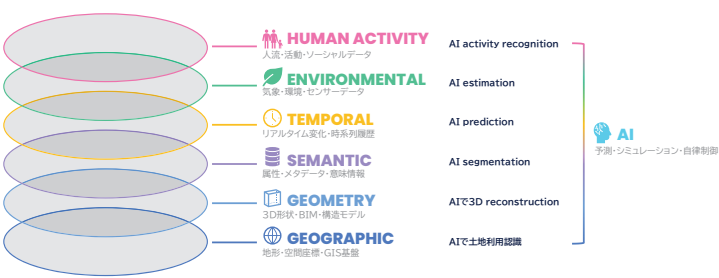
26

Digital Twinは、現実とデジタルを循環させる仕組みである。



27

都市Digital Twinを7つの情報次元から捉えてみる。



28

Digital Twinは、現在を再現するだけでなく、未来を比較するための空間でもある。

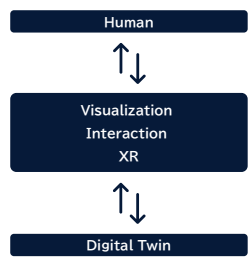


29

4. 都市を「体験する」

30

Digital Twinと人間を、Visualization・Interaction・XRでつなぐ。



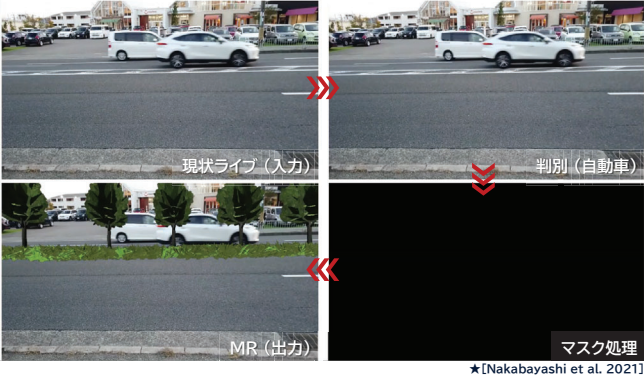
31

XRは「表示技術」から「空間と関わる技術」へ進化してきた。



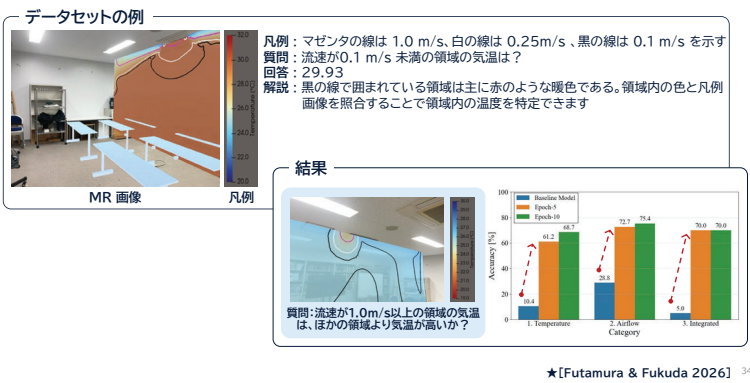
32

「現実を認識するAI」と「現実を重ねるXR」が出会う。



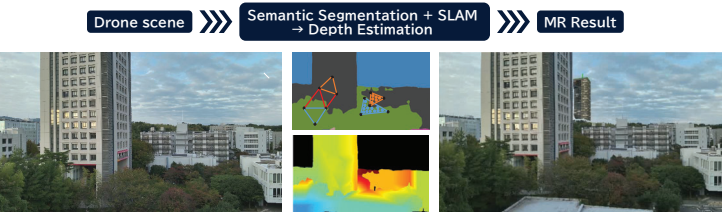
33

AIは、XRで可視化された情報を「意味のある情報」として解釈できる。



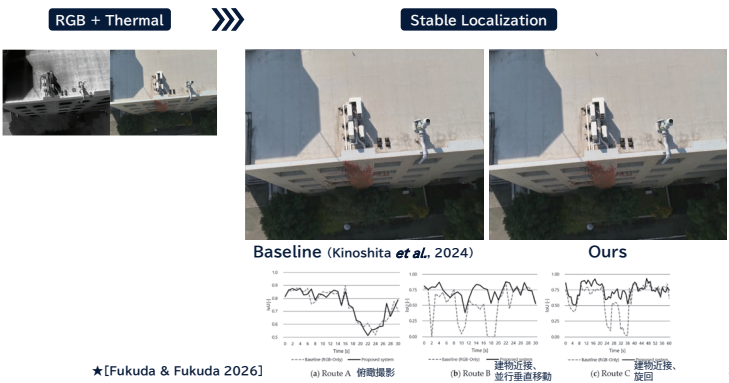
34

XRによって、都市を体験する「視点」そのものを拡張できる。



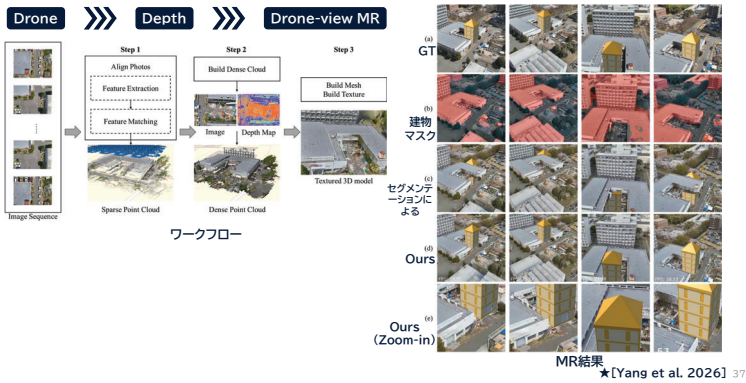
35

異なるセンサ情報を融合して、空間的な位置を安定して推定する

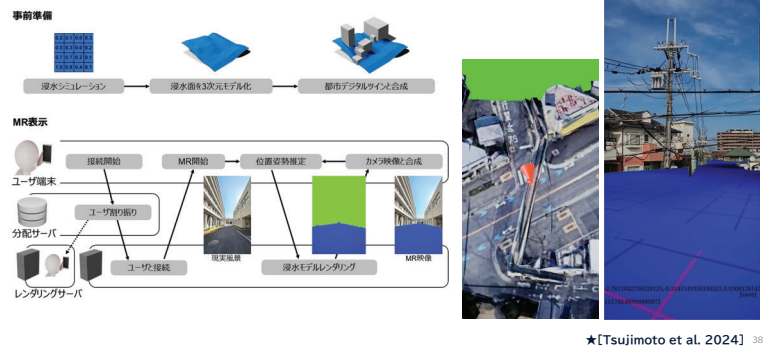


36

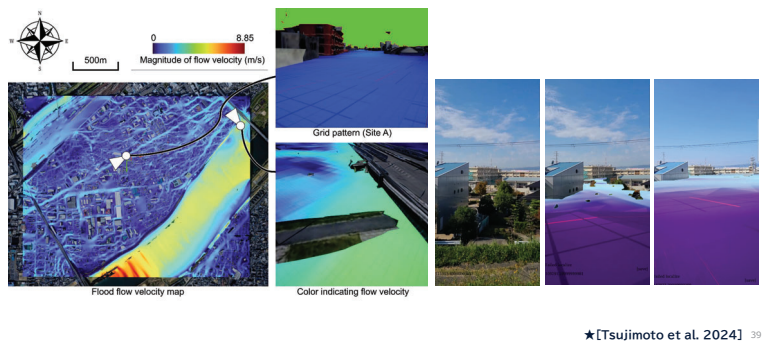
Drone-view MRで都市を上空から体験する



Digital Twinは、「まだ起きていない都市の状態」を体験可能にする。



災害時の都市を地上から体験する。



災害時の都市を上空から体験する。

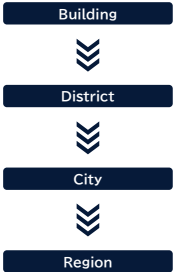


同じDigital Twinを、異なる主体が共有する。



5. 都市を「つなぐ」

建築から都市へ——
異なる空間情報を「どこでつなぐか」が重要になる。



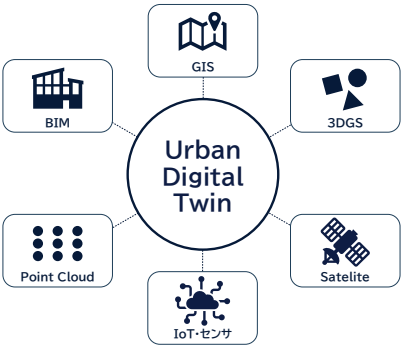
43

都市Digital Twinでは、GlobalとLocalの空間情報をつなぐ必要がある。



44

異なる空間情報を、一つの都市の情報として統合する。



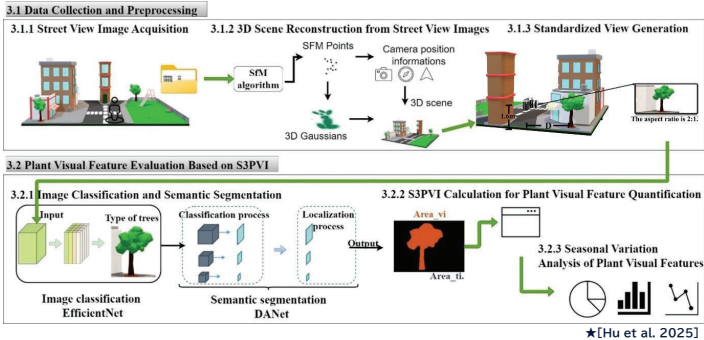
45

6. 都市を「考える」

46

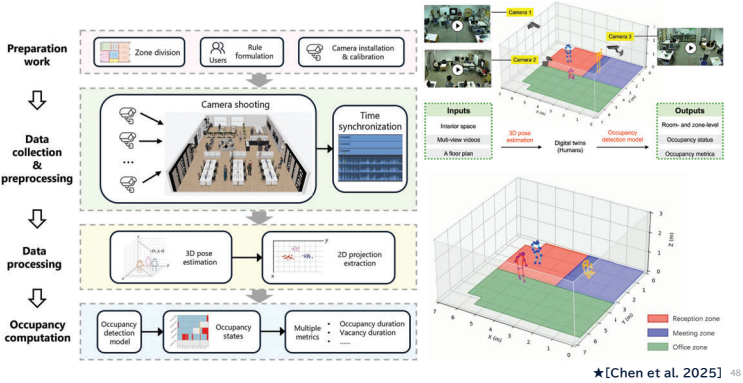
都市の「見た目」を、AIによって環境情報へ変換する。

Street View image >>> AI >>> Plant species / S3PVI >>> Urban spatial distribution



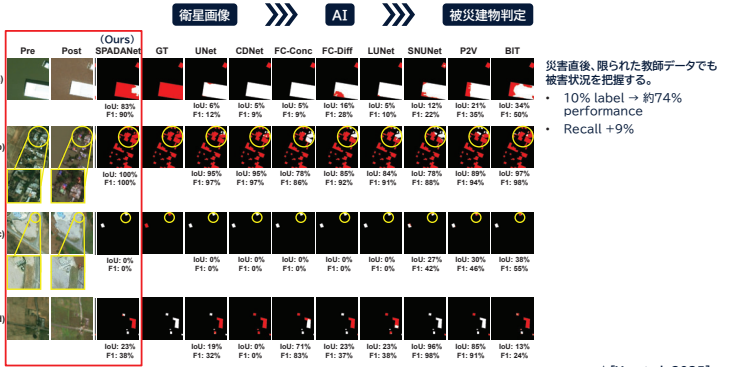
47

Digital Twinの対象は「建物」から「そこで起きる活動」へ広がる。

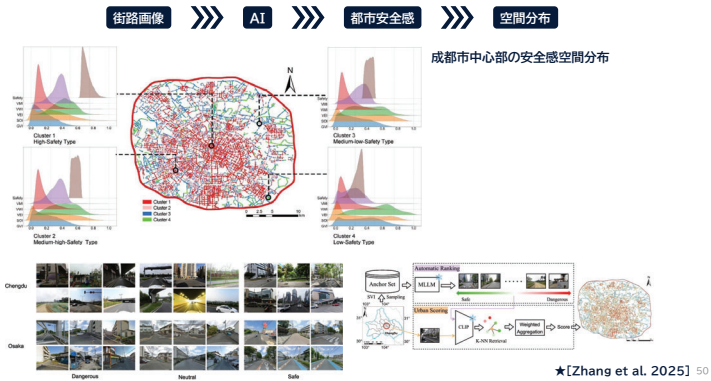


48

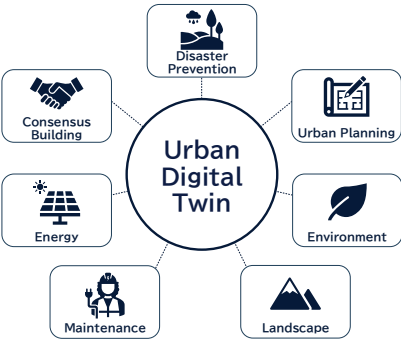
都市Digital Twinは、災害時の「状態」を理解し、対応を支援する。



画像から都市の主観的な状態を空間情報にする



Digital Twinは、一つの用途のための技術ではない。



51

7. 都市の未来を「意思決定する」

52

「データを集める」から、「データから判断する」へ。



53

Digital Twinは、「未来を比較する」ための環境になり得る。



54

Digital Twinの中心に置くべきものは、人間である。

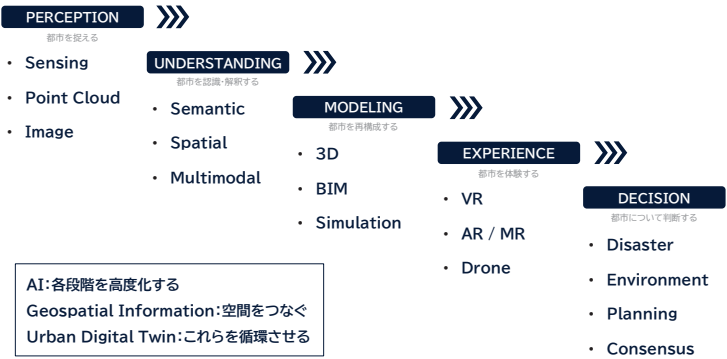


55

Epilogue. 次の都市Digital Twinへ

56

これまで別々に見えていた研究が、Digital Twinという一つの流れでつながる。



57

「都市のコピー」から、
「都市を理解し、未来を考える環境」へ。



58