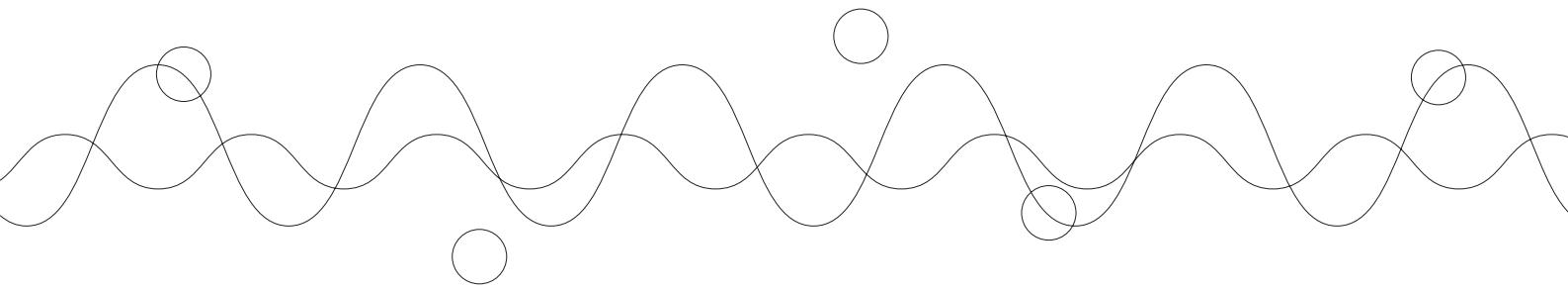


科学技術未来戦略ワークショップ報告書
都市インフラシステムの統合化

平成23年10月22日(土)開催



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

エグゼクティブサマリー

科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、JST の研究開発戦略を立案するとともに、我が国の研究開発の推進に資する基礎データおよび知見の収集とそれに基づく戦略的研究分野の提言を行っている。平成 23 年度に検討すべき研究分野として「都市インフラの統合化による都市サービスの効率化」が取り上げられ、都市インフラチーム（総括；木村英紀上席フェロー、チームリーダー；安岡善文フェロー）が構成された。都市機能の整備および効率化については既に大学や研究開発機関において数多くの研究が行われ、各省庁の事業として組み込まれ実施されているものも多い。しかしながら、昨今の東日本大震災やタイにおける水害にみられるように、大規模災害に際して都市サービスの機能が持続的に維持されずに被害が拡大する例も多く、これまでの都市研究の成果が十分に生かされているとはいえない。

都市は、その時代の最新の知恵や科学技術により機能や構造を変えてきた。例えば、エネルギー供給、水供給、人・物輸送、また情報提供などは、時代とともに常に形態を変え、今日でも日々その機能や構造を更新している。しかしながら昨今の災害時等における都市サービス機能の不全は、現代のニーズに機能や構造が適合していないことの証左ともいえる。

不全の原因には大きく分けて、

- ① 個別のサービス機能が都市の規模の拡大や要請の高度化に追随できず、管理・制御不能になる、
- ② 個別のサービス機能が独立に設計・管理され、また他サービスとの相互依存性の検討が十分でないために、水平的な連携が取れない、
- ③ 個別のサービスの効率化、最適化を追い求めるあまり外乱に弱くなる、

などが挙げられる。今後予想される少子高齢化社会の到来、またエネルギーや水資源などの逼迫に向けて、都市の機能を効率化、頑健化とともに、その復元力を強化することは緊急の課題であろう。この都市機能高度化への要請は単に日本国内においてのみの課題ではなく、70 億を超えた人口の 60~70%以上が集中する世界の都市においての共通的な課題であることは間違いない。

都市インフラ統合化検討チームでは、様々な都市のサービス機能を統合化してその効率化を図り、頑健性、復元性を強化するための研究分野の戦略的立ち上げについて検討することとした。その中核となる方法論は、都市の実空間における機能や構造をコンピュータ上の仮想空間でモデル化し、その上での様々なシミュレーションによって、機能統合の最適化、管理制御方式の確立、将来機能の予測・評価等を行うことである。

検討の一環として、「都市インフラシステムの統合化」ワークショップを開催し、有識者の意見を伺うこととした。ワークショップでは、当該研究分野の立ち上げについて、これまでの研究の紹介や考えられる研究課題の検討を行った。また、都市における個別機能の統合化が何故難しいのか、既存の機能サービスインフラに従事してこられた専門家、研究者の意見も伺った。

その結果、

- a. 都市サービス機能の水平統合は国内外の新たな都市作りに不可欠な手法である

- b. 仮想空間上でのモデリングやシミュレーションなどシステム科学技術の展開が必要である、
- c. 特に、人や物の動きまた土地利用の変化などが都市サービス機能に大きな影響を及ぼすことから、その計測・モデリング・シミュレーションが重要な鍵となる、
- d. 都市サービス機能間の連携は、自律分散的なルーズカップリングが現実的である、などの都市インフラの統合化や連携を推進するポイントが明らかとなった。

一方で、

- ア. 既に確立した都市サービスにおいては水平連携への展開は難しいのではないか、
 - イ. 社会的な制約により必要なデータの収集や共有化が難しいのではないか、
 - ウ. 全体的な管理の権限を誰が持つのかを明確にする必要がある、
 - エ. 都市の在り方そのものについての議論も必要である、
- などの疑問点も提示された。本報告書では、ワークショップにおける講演および議論をまとめるとともに、今後更に検討を要する事項について整理した。

目 次

エグゼクティブサマリー

1. ワークショップの概要	1
1. 1 開催趣旨	1
1. 2 ワークショップ開催概要	3
1. 3 ワークショップ参加者一覧	4
2. 講演概要	5
2. 1 スマートシティを支えるシステム技術	5
2. 2 都市サービスを支えるデータ統合	6
2. 3 統合型都市シミュレータの開発：現状と将来の方向性	7
2. 4 設計科学としてのシステムズ・レジリエンス	8
2. 5 サービスシステムとして見た都市インフラのレジリアンス	10
2. 6 東京ガスの地震防災システムとスマートエネルギーネットワークの普及・推進に向けて	11
2. 7 交通インフラと都市システム	14
3. パネルディスカッション概要	15
3. 1 講演	15
3. 2 ディスカッション	19
4. まとめ	25
5. ワークショップ講演記録	29
5. 1 事務局説明資料	29
5. 2 前田様ご講演スライド	32
5. 3 柴崎先生ご講演スライド	36
5. 4 山形先生ご講演スライド	41
5. 5 丸山先生ご講演スライド	47
5. 6 古田先生ご講演スライド	54
5. 7 山川様ご講演スライド	58
5. 8 天野様・坂内先生提供スライド	63
5. 9 パネルディスカッションご講演スライド	67

1. ワークショップの概要

1. 1 開催趣旨

科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、JST の研究開発戦略を立案するとともに、我が国の研究開発の推進に資する基礎データおよび知見の収集とそれに基づく戦略的研究分野の提言を行っている。平成 23 年度に科学技術戦略立案を検討すべきテーマとして「統合サービスシステムとしての都市インフラ構築のための基盤研究」が取り上げられ、都市インフラチーム（総括；木村英紀上席フェロー、チームリーダー；安岡善文フェロー）が構成された。

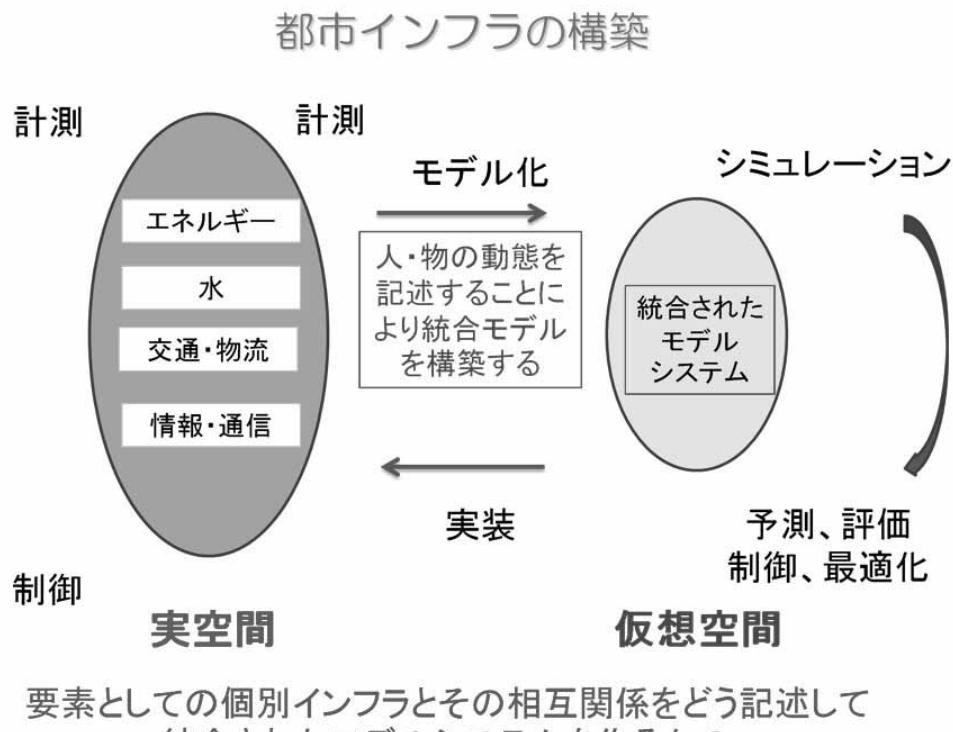
世界的に見ても都市部に住む人口は 50% を既に超えており、アジア、アフリカの今後の発展を加味すると、今後ますます多くの人々が都市に集中していくと予想されている。都市が急激に発展し巨大化していく中で、既存の都市ではインフラの老朽化や、2011 年 3 月に発生した東日本大震災やタイにおける水害にみられるように、大規模災害に際して都市サービスの機能が持続的に維持されずに被害が拡大する問題などが起こっている。増大する都市人口を吸収するために各地で建築がはじまっているマスダール・シティや天津エコシティ等の計画都市では、最新の知恵や科学技術を駆使して、低炭素化、少子・高齢化、安全・安心、ヒートアイランド等の問題も様々な課題をクリアする未来都市を目指している。いずれにも共通していることは、都市という巨大で複雑なシステムを効率化および高信頼化する新しいシステムはまだ充分に解明されていないということである。

そこで、都市インフラチームでは、エネルギー・水・情報・物流／移動の基盤インフラをシステムという共通項で結びつけて都市機能の高度化を実現するという視点、これまで主にマクロかつ静的な枠組みで行われてきた都市計画を、人や物の動きをベースとしたミクロ・動的なシミュレーションを取り入れて高度化するという視点をもとに、頑健性や復元力を持った都市を構築していくために今後必要な研究開発領域を、文献調査や有識者インタビューを通じて行ってきた。

これまでの調査では、下記のような項目が整理された。

1. 4つのインフラは、長い歴史の中で垂直的に管理されてきており、インフラに関する研究も、国交省を初めとした国の行政機関や地方自治体、大学、研究機関など、垂直的な部分に関しては、研究も実証もかなりのことが既に行われている。しかし、例えばアジアやアフリカに新しい都市をつくることを考えた時、既存の都市の垂直的にそれぞれに完成したものを持ち込むことはなかなか難しい。インフラ間の水平連携を考えなければならない。
2. 都市という規模を考えるとき、実空間において水平展開を図るのは、ステークホルダーが数多いなかで誰がリーダーシップをとるか、コストを誰が負担するか、具体的なメリットがまだ見えてこない。
3. ネットワーク論によるサービスの相互依存性解析やシステムの最適化手法、人の動きを中心としたマイクロシミュレーションモデルの研究（UrbanSim、ILUTE 等）等の研究が進んできているが、人の位置情報や各戸のエネルギー使用量などの個人情報に類する情報利用の制度上の制約が研究の発展を阻害している。

以上のような結果をもとに、現段階で都市インフラチームが中核となると考えている方法論は、都市の実空間における機能や構造をコンピュータ上の仮想空間でモデル化し、その上で様々なシミュレーションによって、機能統合の最適化、管理制御方式の確立、将来機能の予測・評価等を行うことである。その中でも特に、人・物の動態を記述することにより統合モデルを構築するという点がポイントになるとを考えている。



より具体的には、下記の 5 点である。

1. 都市機能（サービス）を、頑健性、復元性また効率性に富み、持続可能にするための科学技術の確立。
2. そのための都市機能のモデル化と予測性の向上。
3. そのための都市機能のモニタリングシステムの確立。
4. 特に、物流・移動（人と物の動き）、水、エネルギー、情報・通信のモニタリング、モーデリング、予測、改善、統合化・効率化など。
5. そのためのシミュレーション（モニタリングも含む）プラットフォームの確立。

本ワークショップでは、有識者との議論を通じて、今後の新たな都市作り、また既存都市機能の改善において、これまでに無い視点からの新たな科学技術研究分野の立ち上げが可能か否か、可能であればその課題は何か、について検討することを目的として開催した。

1. 2 ワークショップ開催概要

名 称：科学技術未来戦略ワークショップ「都市インフラシステムの統合化」

日 時：平成 23 年 10 月 22 日（土） 10:00～17:00

場 所：(独) 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 2 階大会議室

プログラム （敬称略）

10:00 - 10:20 はじめに

- ・主催者挨拶：木村英紀（JST/CRDS）
- ・趣旨説明：安岡善文（JST/CRDS）

10:20 - 12:20 ご講演

10:20～10:50 前田章（日立製作所 情報制御システム社）

「スマートシティを支えるシステム技術」

10:50～11:20 柴崎亮介（東京大学）

「都市サービスを支えるデータ統合」

11:20～11:50 山形与志樹（国立環境研究所）

「統合型都市シミュレータの開発」

11:50～12:20 丸山宏（統計数理研究所）

「設計科学としてのシステムズ・レジリエンス」

（12:20～13:20 休憩）

13:20～13:50 古田一雄（東京大学）

「サービスシステムとして見た都市インフラのレジリアンス」

13:50～14:20 山川浩之（東京ガス）

「東京ガスの地震防災システムと

スマートエネルギーネットワークの普及・推進に向けて」

14:20～14:50 坂内正夫／天野肇（国立情報学研究所／ITS JAPAN）※安岡善文代理発表

「交通インフラと都市システム」

（14:50～15:10 休憩）

15:10 - 17:00 パネルディスカッション

- ・座長：目黒公郎（東京大学）

18:00 終わりに

- ・閉会挨拶：木村英紀（JST/CRDS）

1. 3 ワークショップ参加者一覧

敬称略

氏名	所属機関 役職
講演者	
前田章	株式会社日立製作所 理事／情報制御システム社 CTO
柴崎亮介	東京大学空間情報科学研究センター センター長
山形与志樹	国立環境研究所 地球環境研究センター 主席研究員
丸山宏	統計数理研究所 副所長
古田一雄	東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授
山川浩之	東京ガス株式会社 緊急保安部長
パネリスト	
目黒公郎	東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 教授
船橋誠壽	横断型基幹科学技術研究団体連合 理事
出口光一郎	東北大学 大学院情報科学研究科 教授
松浦直人	リモート・センシング技術センター 事務局長
飯野穣	株式会社東芝 スマートコミュニティ事業統括部 主幹
藤田壯	国立環境研究所 環境都市システム研究プログラム総括／名古屋大学連携大学院 教授
都市インフラチーム	
安岡善文	JST 研究開発戦略センター システム科学U フェロー／チームリーダー
本間弘一	JST 研究開発戦略センター システム科学U 特任フェロー
豊内順一	JST 研究開発戦略センター システム科学U フェロー
森猛	JST 研究開発戦略センター システム科学U フェロー
武内里香	JST 研究開発戦略センター システム科学U フェロー
勝山光太郎	JST 研究開発戦略センター 電子情報通信U フェロー
金子健司	JST 研究開発戦略センター 電子情報通信U フェロー
木村英紀	JST 研究開発戦略センター システム科学U 上席フェロー／チーム総括責任者
オブザーバ	
飯山裕	東京大学 産学連携本部 Proprius21 プログラムオフィサー
福島俊一	NEC サービスプラットフォーム研究所 エグゼクティブエキスパート 東京大学大学院情報理工学系研究科 客員教授
田中芳行	株式会社竹中工務店 技術企画本部技術企画部 課長
藤井実	国立環境研究所 社会環境システム研究センター 主任研究員
平野勇二郎	国立環境研究所 社会環境システム研究センター 特任研究員
磯野賀瑞夫	リモート・センシング技術センター 課長代理
石黒傑	JST 社会技術研究開発センター 調査役

2. 講演概要

2. 1 スマートシティを支えるシステム技術

前田章（日立製作所 情報制御システム社 CTO）

講演概要

- ◆ 世界的な人口増加によりエネルギー、水、交通、ITといった社会インフラと生活をサービスでつなぎ、スマート化、スムース化することにより、社会イノベーションを起こす。
- ◆ 成長する都市に合わせた社会インフラのシステムオブシステムとそのマネジメントが重要。
- ◆ 部分最適な制御だけではなく、全体としての最適化システム構築には、情報制御システム融合のためのミドルウェア・プラットフォームが必要。
- ◆ 列車運行や生活支援といった付加価値側のサービスに役立てるためには、自律分散、信頼性、柔軟性など様々な課題がある。

<議論>

- ◆ 情報システムと制御システムなど、異なる特性やアーキテクチャを持つシステムを連携させる場合に、①インターフェースの国際標準化は行われているか、②タイトにカップリングした場合、陳腐化が一気に進行するのではないか、の2点について伺いたい。(柴崎)
- ◆ ①標準化が進んでいるのは縦割りの部分のみであり、またシステムの下位レイヤの装置間インターフェースというレベル。情報系と制御系の連携については、これから議論が始まるところ。②システムの連携はタイトではなく、ルーズカップリング。(前田)
- ◆ これは事前に確認要と思うが、スマートシティのシティ（地域）の範囲はどの規模を想定しているか。(出口)
- ◆ 必ずしも明確ではない。議論していないが、東京や横浜といった自治体、あるいはそのカップリングも含むか。(安岡)
- ◆ 権限を考えると自治体単位。ただ交通などは企業になり、また都市間をまたがる。(前田)
- ◆ 自治体や企業などのルーズカップリングとなるか？ ところで、ルーズカップリングの定義は？(安岡)
- ◆ スマートシティにおける定義はこれから。大きな制御の下に個々の小さな（縦割りの）制御がある、ということ。(前田)
- ◆ ルーズというのは、個々のシステムの意思決定には介在せず情報のみを渡すということ。タイトではあるシステムから別のシステムの制御もできる。インフラ事業者同士が連携して、あまり行政に特化するのは良くないだろう。金は事業者の方にあり、インセンティブもある。また、連携も都市部では濃く、地方は薄くなるだろう。(柴崎)
- ◆ 住民参加もキーワード。日本ではインフラ事業者同士の連携は難しいので、住民自身もインフラの保守にコストと手間をかけるべき。(前田)
- ◆ 環境問題も重要なポイント。(木村)
- ◆ 今回は説明の時間がなかったが、スコープや資料には入っている。(前田)

2. 2 都市サービスを支えるデータ統合

柴崎亮介（東京大学情報科学研究センター センター長）

- ◆ 首都圏 3 %サンプリングでの人の動きを紹介、10 年に 1 回 1 日分しか取れない。
- ◆ 様々なデータの連携ができれば、コモンピクチャー（戦略図）が作れる。
- ◆ コモンピクチャーができれば、要素と統合ポイントを最適化が可能で、その手法は、インフラ輸出が可能。
- ◆ 人の分布があれば、流れが予想できる。「人」情報が重要（例えばバングラデシュのコレラ大発生を防ぐ。）
- ◆ 3/11 当日、東京 20 万人、全国で 70 万人のデータがある。
- ◆ 4 次元データ同化、天気予報、特定のデータやモデルに依存しない最適化手法。
- ◆ 情報銀行：本人が望めば、データを提供する義務がある。どうやって本人を特定するか？
- ◆ 事例：携帯で農業相談のバングラデシュ、1 万数千台のプローブカーのあるバンコク、情報共有で歌を作る未来館イベントなどの紹介。

<議論>

- ◆ ビッグデータを提供しつつ個人情報のセキュリティを守るために、集約されたマクロなデータが必要では。（古田）
- ◆ あまりマクロだと役に立たない。どのレベルまで属性をつけて出すか、さらに災害時にはどこまで個人情報を出すかを、いかに上手く制御できるかが、コモンピクチャーに必要。（柴崎）
- ◆ 毎日データを取ることの阻害要因は。（安岡）
- ◆ データ自体は毎日取れている。データが大きすぎるので、サイズの最適化が問題。（柴崎）
- ◆ センタとしては持っているのか？（安岡）
- ◆ 持っているものを使っている。（柴崎）
- ◆ 個人情報保護法を逆手にとっている人はいるか？（丸山）
- ◆ 一例としては、ポイント集約サービス。ただ、データの入手の手間やフォーマットなど、課題はある。（柴崎）
- ◆ データ同化のアプローチは面白い。ただモデルを精緻にする必要があるが、データ量の増加とともに簡単ではなくなるのでは。（出口）
- ◆ モデルの精緻化には、データの量は多くは必要ない。精緻なサンプルを長くとり続けることが重要。そして良いデータが出たら、モデルに反映させる。（柴崎）
- ◆ 宇宙の事例では、ハード優先で、パッケージ化優先になっている。サービスのニーズ主導で、宇宙のインフラを使いたいという要求はあるか？（松浦）
- ◆ タイなどでは自国の衛星が欲しいが、運用ができない。周りの国と一緒に運用を委託できる先があれば良い。例えば日本の衛星を売って、ソフトを共通プラットフォームにし、パッケージソフトを売るというやり方はあるだろう。（柴崎）
- ◆ データの時間／空間の分解能に応じて、ニーズが急に増減するポイントがあるはず。それがレビューできれば、目標値が出来る。（目黒）
- ◆ 衛星は、飛行機の写真に比べるとレゾリューションでは勝てない。どのレゾリューションに、どんなニーズがあるかのマーケットリサーチは出来てない。（柴崎）

2. 3 統合型都市シミュレータの開発：現状と将来の方向性

山形与志樹（国立環境研究所 地球環境研究センター 主席研究員）

- ◆ 市町村別の CO₂排出量のカルトグラムの紹介、間接排出、使ったところで計算、土地利用が重要。
- ◆ 土地利用・交通（Computable Urban Economic Model : CUE モデル）の紹介、1km メッシュで作成、パーソントリップ調査。
- ◆ IBM Megatorafic Simulator で分析。
- ◆ コンパクトシティにすると、電気自動車が都心で渋滞する。
- ◆ エネルギー重要モデルのためには東京電力のスマートメータ化が重要。
- ◆ 確率的空間最適制御問題をエージェントベースシミュレーションで解く。
- ◆ 価格を見ながら主婦が判断して EV 運転する。
- ◆ 再生可能エネルギー（太陽電池）と電気自動車の導入が大規模化、個々が情報交換しつつ、全体としての協働行動を自律分散的に実現するシステムモデルを開発したい。

<議論>

- ◆ 横浜のスマートシティプロジェクト（YSCP）では、他社による運輸部門のチームで EV や充電インフラも対象に検討が進められている。EV 普及についてのシナリオに興味がある。（飯野）
- ◆ 土地利用・交通モデルでは、老齢化、建物更新をどのように入れているか？（柴崎）
- ◆ 建物の築年、地価のデータは自治体に存在しているが利用にネックがある。（山形）
- ◆ シミュレーションモデルは作るときはよいが、メンテナンスをし生き続けるのは努力がいる。モジュール化、標準化についてはいかが？（柴崎）
- ◆ UrbanSim のプラットフォームでプログラムはパイソンで書いている。MATSIM もこの上で動かしている。（山形）
- ◆ 鉄道と粘菌の話しさよく分からぬ。実際の鉄道は試行錯誤的に造っているのではないので。（目黒）
- ◆ 鉄道が通って、人口分布が決まるという側面はもちろんある。（山形）

2. 4 設計科学としてのシステムズ・レジリエンス

丸山宏（統計数理研究所 副所長）

- ◆ レジリエンスは新しい状況を作る。「想定外とはなにか？」をよく考える。resistanceとrecoveryと、両方をあわせた概念が必要。復旧ではなく、新しい状態を作っていく。
- ◆ 想定外には、起こるかも知れないことと誰も考えてなかつたことがある。
- ◆ べき分布は、裾野が長く太い。期待の損失は発散する。保険はかけられない。
- ◆ 自己組織化による進化の臨界、複雑さがまし、いずれカタストロフィックな最後を迎える。これに対処する数理を我々は考えなければならない。
- ◆ 自然界に学ぶ。イトヨは淡水化して、うろこが無くなった（1万2,000年前）。マスのおかげでうろこが戻った（40年で）。1万2,000年間使われなかつた遺伝子が、ずっと1万2,000年の間、キープされていて、それが必要になつた途端に出現するということが起きる。大腸菌の遺伝子4000個は、ノックアウトしても成長できる（必須遺伝子は300個）。
- ◆ 計測分野の重要性、地震による音波を検出。
- ◆ 復興：住民参加型都市計画、複合型都市シミュレータに期待。

<議論>

- ◆ 生物（免疫系他）と工学的システムの比較をしたことがある。工学システムは効率を追うため、リダンダンシーが少なすぎる。生物は相当の無駄がある。（古田）
- ◆ 都市の災害に対するレジリアンスには、ツイッターなどのソーシャルメディアが役立つと言われているが、間違った情報や嘘の情報で右往左往したことも多いと言われている。（山形）
- ◆ 信頼度、トラストのネットワークが役に立つと言われている。ツイッターやフェースブックにその仕組みはないが。また、相手に合わせ個別に情報を流せる仕組みがあるといい。（丸山）
- ◆ 人間の行動モデルを考えた方がいい。都市チームのスコープに入れたい。東京の地下鉄は、リダンダンシーが高い。リダンダンシーのモデルをどう取り入れていけばいいか？（安岡）
- ◆ ダイバーシティとリダンダンシーがあり、前者は同じ機能を別の仕組みで対応することであり、後者は多重系である。前者についての指標が無いように考えている。（丸山）
- ◆ 生物はリダンダンシーを内在して持っている。都市は内在して持つのは無理では？人工物を重ねては持てないので、外部に求めるべきでは？（出口）
- ◆ 効率性とフラジビリティの関係が見えてくれば変わってくるはず。社会は効率性を求めるが、求め続けるといずれどかんとくる。そのことをもう少し社会が理解すればいいのだが。（丸山）
- ◆ レジリエンスはロバストネスを含んでいると思うが、その違いは？（出口）
- ◆ ロバストネスは価値観が変わらない世界。ことが起きた後に価値観が変わるのは、ロバストというよりレジリアンス。（丸山）
- ◆ 人間は想定外でも、日常それなりにこなしている。レジリアンスもその一部にすぎない

のでは？そのメカニズムは、生物に求めるべき？（木村）

- ◆ どういうシステムにしたいかの仕様が書ければ作れる。しかし都市のように変化していくものは、そもそも要求が変わっていくのでは？（丸山）
- ◆ SNSは素人のみのやりとりでは危険。与えられた発災状況の中で行う災害対応訓練では、災害情報が広がる中で専門家が様子を見ながら、予想や正しい情報に誘導するコメントを時々与えると、非常に効果的になった。（目黒）
- ◆ 津波では音波検知が有効というのはその通り。低周波の音を検知できる象は、津波ではあらかじめ逃げ、死ぬことは少ない。（目黒）

2. 5 サービスシステムとして見た都市インフラのレジリアンス

古田一雄（東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授）

- ◆ システムは見方によって様々な捕え方ができる。
- ◆ レジリアンスは、外乱に対して機能を維持しながら効率的に回復できるシステムの弾力的な性質（弾力性、回復力、しなやかさ）と定義する。その中には、損害を避ける・損害を軽減する（robust）と、想定外の外乱に対応する（response）、そして回復する（recovery）がある。
- ◆ 透析患者が受ける医療サービスについて災害時のインフラ障害がもたらす影響、レジリエンスについてシミュレーションにより評価した。
- ◆ ハードウェアの復旧だけを基準にすると必ずしも最適でないということで、サービスや人の活動といったものとの間の相互依存性を考慮しないと、必ずしも最適なリカバリーの計画にならない。「インフラの回復＝サービスシステムの回復」ではない。
- ◆ 今回の震災に関してレジリエンス評価を簡単なモデルで実施してみた。
- ◆ 都市インフラサービスの評価指標をどうするか。だれにとってのインフラサービスなのか。といった観点が重要となる。
- ◆ 普通は平均像というか多数派を考えがちだが、その中で例えば弱者とか特殊な状況の方とか、そういう方をどうやってフォローするかといった点も非常に重要となる。
- ◆ 都市インフラシステムのモデルとしては、人・組織の活動まで考慮に入れたような、相互依存性というものを考慮しないと、上記の問題は扱えない。
- ◆ 意思決定を行うための情報技術をどうするか、集中階層型ではなくて自律分散的にできるようなやり方のほうがよいであろう。

<議論>

- ◆ 前半と後半の関係は？ モデルの構造か？（安岡）
- ◆ 後半は生のデータで評価したもの。（古田）
- ◆ 被災地の物理量のデータやサービス量はどうしたのか？（丸山）
- ◆ 重みづけなどはエキスパートジャッジ。（古田）
- ◆ 評価指標はどう使うか？（丸山）
- ◆ 事前の設計に評価指標を目的関数として使うことができる。事前に起きる状況を想定するが、想定を超えて機能できれば（その想定外の状況に）対応できるということ。これを設計に組み込む。いま、工学としての発想を問い合わせられている。（古田）
- ◆ レジリアンス・トライアングルは、最初のダメージの深さに依存するはず。（木村）
- ◆ 最初のダメージを少なくする（=従来のロバスト性）もレジリアンスのうち。（古田）
- ◆ 最初のダメージの大小で評価が変わるものでは？（木村）
- ◆ そもそも、ダメージの大小で対応が変わってくる場合がある。（古田）

2. 6 東京ガスの地震防災システムとスマートエネルギー・ネットワークの普及・推進に向けて

山川浩之（東京ガス株式会社 緊急保安部長）

- ◆ 都市防災の視点から東京ガスの地震防災システムと、今後の都市エネルギーのあり方から「スマートエネルギー・ネットワーク（SEN）」を紹介する。
- ◆ 東京ガスは、需要家件数は1,000万件強、ガス販売量は131億立方メートル、ガス管の延長は53,000km超ということで、地球の1周半分ぐらいをインフラとして持っている日本で一番大きい都市ガス事業者である。
- ◆ 地震防災対策の基本的考え方は、予防対策、緊急対策、そして復旧対策の3本柱である。
- ◆ 予防対策として、工場やガス導管などのガス工作物等の耐震性向上を図っている。
- ◆ 緊急対策として、各戸に設置されたマイコンメーター遮断によるお客さまの安全確保や、道路上のガス漏れ等に起因する二次災害防止ならびに供給停止エリアの極小化のため、面的にガス供給の停止が可能となるよう、圧力別に適切な規模で、ガス導管網をブロック化している。
- ◆ そのブロック内のガス供給を適切に停止させるため、速やかに、高精度で低圧導管の被害状況を把握し、地区ガバナからブロック内へのガス供給の一斉遮断を司るシステムが「SUPREME(Super-dense Realtime Monitoring of Earthquakes)超高密度リアルタイム地震防災システム」であり、リアルタイムで約4,000箇所のSIセンサーの地震観測データなどの様々な情報を収集し、分析・解析を行い、第一次緊急停止は約10分以内で完了し、凡そ2時間後には第2次緊急停止を行うことが出来るシステム。
- ◆ 「スマートエネルギー・ネットワーク（SEN）」は、需要地先のエネルギー形態としては「電力」と「熱」をともに有効利用することが新たなベストミックスであるという考えに基づく、安定的で自立分散型システムであるコーポレートガスを核とした重要拠点のエネルギー・セキュリティーの向上を図る提案である。
- ◆ コミュニティもしくは都市ごとに、系統電力ネットワークに加え、天然ガスパイプラインならびに熱供給のパイプラインも張りめぐらせ、不安定な再生可能・未利用エネルギーを安定的なコーポレートガスにより補完する電力需給調整機能を、分散型（プロシーマ）というコンセプトで提案している。電力だけではなく、天然ガスを含めて、エネルギーとしての多様性もしくはエネルギーの供給元の分散というようなコンセプトで、省エネルギー・低炭素化という、環境性・経済性、そして安定性に優れた都市機能を目指した、スマートエネルギー・ネットワークというものを提案している。（SEN構築に向けた課題・取組みは、スライド参照）

<議論>

- ◆ ①火災、水害への対策、②東ガスと他社とのネットワーク、について伺いたい。（安岡）
- ◆ ①ガス導管は、構造的に密閉されて（気密性が高い）おり、水害には強いと、国の審議会でも報告されている。実際、今夏、大雨に見舞われた奄美大島でも被害はなかった。また、本震災では、大津波により仙台の工場は停止したが、その代替として、今回の地

震でも健全であった新潟～仙台パイプラインによりガスを輸送し、仙台市内に供給している。

火災に関しては、ガス管が外れればすぐ止まる過流出防止機構が付いたガス栓や、立ち消え安全装置の付いたガスコンロの普及により、都市ガスに起因した火災はほとんど発生していない。②異なる会社のLNGターミナル間を結ぶ広域的なパイプライン構想は、国としてのエネルギー安定供給の視点から検討中と聞いている。今は、遠方のガス会社には、主にLNGローリーで輸送している。本震災で被災した石巻ガスへもガス発生設備やLNGローリーを送った。製造設備の修理に長期間を要す場合には、需要家サービス、特に社会的に優先すべき需要家の支援を考慮し、設備を修理・復元しながら、移動式ガス発生設備でガスの仮供給を再開した。(山川)

- ◆ 津波での管の被害は？（目黒）
- ◆ 工場内の露出配管等では被害があったが、ガス配管やガス導管が破損し、ガスが漏れて事故に至った事例はなかった。（山川）
- ◆ 水道とガスの競合では、水道の復旧優先のためにガスにとっては（漏水により）復旧の阻害要因になる場合がある。情報共有によってユーザ視点でのマイナス最小化が可能と思うが、難しいか？（目黒）
- ◆ 国の審議会でも同様の意見があった。本震災を例に取れば、仙台市はガス局と水道局に主体が分かれている。行政側で調整の場を設けることが双方の円滑な復旧に資すると考えるが、実際には水道局から情報を貰って、ガス側が出来る範囲で協力した。今後は情報共有化が出来る仕組みを検討すべき。（山川）
- ◆ 例えば電力のような他インフラへの依存はあるか。（丸山）
- ◆ 商用電力に依存している設備もあるが、重要施設には非常用自家発があり、またガバナ（ガスの整圧器）はガスの圧力のみで稼働するので、一時的な停電でもガス供給は継続可能。ただ、通信インフラとして、NTT回線や衛星通信への依存はある。（山川）
- ◆ 電力の場合は需要者側に蓄電池を持つというソリューションがある。ガスに対しては、災害対策に予備のタンクを持つはどうか？（飯野）
- ◆ （社会的に重要な施設・建物は別として）全ての需要家が天然ガスの予備タンクを持つことは、設置スペースや日常の維持・管理等が大きく負担となるので現実的ではない。以前は、消防法により、ある一定規模以上の建物は、予備の油で動く消防設備用の非常用発電設備の設置が義務付けられていたが、今は、製造所～発電設備までのガスインフラが、所定の耐震性を有すると認められたものは、油用の非常用発電設備やタンクの保有を必要としない制度も普及している。先の、コジエネの安定供給性の証とも言える制度である。（山川）
- ◆ SUPREMEのソフトは自家製か？（木村）
- ◆ SIセンサーは汎用の装置の組み合わせで、被害推定などのデータ収集・分析等のソフトは自社製である。（山川）
- ◆ 地震の際の停止はすぐに出来たか？（木村）
- ◆ 初動で停止すべき部分は即時に止まった。現に二次災害が、発生していない。（山川）
- ◆ スマートエネルギーネットワークの総合効率70～80%は、発電設備単体での効率か？その実現には社会システムの助けが必要のはず。（藤田）

- ◆ 発電設備の発電効率のみではMax50%で、廃熱を有効利用した総合エネルギー効率であり、今後のイノベーションも必要。それも、電力の融通などの規制緩和などの社会制度・規制の見直し等もないと実現不可能。個別のエネルギー効率は、熱と電力をどう使うかにもよるので一義的に算定できないが、田町や西新宿などの個別具体な例での検討を始めたところ。（山川）

2. 7 交通インフラと都市システム

坂内正夫／天野肇（国立情報学研究所／ITS JAPAN）

※ 安岡Fによる代理発表

- ◆ 3.11の震災の後、カーナビの情報から、東北地方の道路網がどう通じているかを示した例があり、民間のデータと国土交通省の出す交通規制情報との水平連携の例である。
- ◆ 技術的な課題以外に、規制の問題などを解決していかなければならない。データの目的外使用という観点で検討が必要となる。
- ◆ 技術的な課題として、データのフォーマットの問題があり、情報基盤としてどうしていくのがよいかといった課題がある。
- ◆ ツイッターなどで提供される個人ベースの情報などをどう取り込んでいくかという点も課題である。
- ◆ 平常時と災害時をいかにスムースにつなげるかも大きな課題である。
- ◆ やれる研究から、やらねばならぬ研究へ。目的解決型のIT基盤をつくる必要がある。
- ◆ すでに広く普及あるいは今後普及する広義のセンサーとしては、携帯端末、ICタグ、RFID、道路監視カメラ、スマートメータ、SuicaやPasmoなどがあり、こうしたセンサーから集まる大量のデータをデータマイニングなどにより処理することで、新しいサービスや価値を創造できる可能性がある。

<議論>

- ◆ EES（先行普及センサ群）の①～③は、すでに網羅的にインテグレーションされているか？（船橋）
- ◆ ①プローブカーデータは世界中で使われている。車載カメラデータは、自動認識が必要でこれから。②「人」関係は個人情報の問題があるので難しい。Suicaは特に出てこない。携帯ナビ（70万人）データのみ圧倒的に利用されている。（柴崎）
- ◆ EESは、2次利用。最初から屈折しているし、弱みがある。積極的にデータを取りに行く姿勢、そのためのシステム作りも必要では？（出口）
- ◆ 防災で進んだ技術を適用しよう（他で使い道がないのでということが多い）、というのは×。○なのは、防災のニーズが新技術を誘導する場合。これが出来たらすごい、そうなければ△△ができるようになり、□□のすばらしい世界が開ける、そのためにはこのような技術が必要、というようでありたい。EESは前者か？（目黒）

3. パネルディスカッション概要

3. 1 講演

(1) 目黒公郎（東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター長・教授）

都市インフラシステムの統合化を図る目的は、様々な外力に対してレジリエンスの高い社会を実現することにある。パネルディスカッションでは、この点について議論をしていきたい。その前に少し時間を頂戴して、自らの専門である防災の観点を中心に、震災復興に向けた4つの原則を紹介したい。

第一に、被災地域の豊かで安全の生活環境を再興するとともに、日本の将来的課題の解決策を示す復興とすることである。少子高齢化、人口減少、地場産業といった課題は、日本共通の課題ではあるが、被災地域では、解決のペースを早めて対応する必要性に迫られている。これらの課題に対して、有効な解決策を提示することができれば、他の地域にも適用可能となる。その際、10年～30年先の将来像を示しつつ、複数の解決策を提示していくことが重要である。

第二に、政府、自治体、企業、NPO／NGO、国民、そして被災地域の人々が連携し、知恵と財源を出し合い復興をすすめることである。首都直下型地震や東海・東南海・南海地震が発生した際には、今回の震災以上の大規模な被害が予想される。東日本大震災からの復旧・復興を、現在の被災地域だけの問題として捉えるのではなく、オールジャパンで取り組むべき課題として認識し、解決に向けたノウハウを共有することで、日本全体の防災力を高めていく必要がある。

第三に、低環境負荷、持続性、地域産業の再興に配慮した復興とすることである。都市機能の強化に向けた研究開発など、まさに本日のWSで議論されていることをすすめていく必要がある。

第四に、前提条件の再吟味に基づいた復興とすることである。今回の震災でも、想定外という言葉が頻繁に使われたか、その前提条件を再吟味して修正していくかないと、将来また同じことが起こりこねない。大規模災害は、本来であれば時間をかけて直面していく課題を、時間を凝縮させて瞬時に解決策を求めてくる。

最後に、パネルディスカッションのポイントとして、都市インフラシステムの統合化は合理的であり、研究として取り組む意義があるとの前提のもと、統合した先に見える夢を示し、理解を得たうえで、解決策を探るための議論をしたい。その際、ハード面の課題のみではなく、法制度や情報の取り扱いなどソフト面の課題についても取り上げていきたい。

(2) 舟橋誠壽（横断型基幹科学技術研究団体連合 理事）

震災の直後から COCN（産業競争力懇談会）が社会インフラの強靭化について検討を始めたのに合わせて、横断型基幹科学技術研究団体連合（以下、横幹連合）でもこの問題について検討をすすめてきた。それをまとめたのが本日お配りした資料である。

相互依存性解析は、過去にもいろいろな取り組みがあったが、グリーンや強靭性を意識した設計論は余り含まれてこなかった。そのためは需要サイドからの特性のモデル化を含

めて、自立分散構造での全体最適化に向けた取り組みを強化していく必要がある。社会インフラの統合を考える上ではモデリングとシミュレーション(以下、M&S)がその核となる。M&Sは、1秒から数週間といった短期から、10年、20年といった中長期まで、多様な時間軸において、最適解を導き出すことができるツールである。例えば、20年から30年先の都市のビジョンを示す際には、その間に起こる技術革新を想定することが困難なため、現状の技術に基づく設計がなされていることが多い。これを可能にするのがM&Sである。全体最適と部分最適については社会インフラの統合を考える上で常に議論となるテーマであるが、その問題を解決するのもM&Sであると考えている。

横幹連合では、傘下の40学会に対して、震災対応への取り組みとしてどのような研究を実施しているかを調査した。その結果、社会インフラとの関連では、災害時コミュニケーション、災害における情報支援、災害時の情報共有など、ソフトインフラの取り組みが多くあった。物理インフラとの関連では、都市のOR研究や災害に強いプラント・社会の構築などの取り組みがあった。その他、利用者側に立った取り組みとして、産業復興のための技術経営、震災ストレス、看護インターフェースなど、多様な取り組みがなされていることが明らかになった。

(3) 出口光一郎（東北大学 大学院情報科学研究科 教授）

4月半ばから月1回のペースで、青森から福島に至る約500キロの沿岸線を車で走行し、360度撮影が可能なカメラでその映像を記録している。都市が復興していく様子を時空間でモデリングするとともに、それぞれの時期にどのようなイベントがあったのかを記録することが目的である。この観測と記録の過程で強く感じていることは「都市は一瞬でなくなる」ということである。瓦礫の撤去が終わると作業者やボランティアも引き揚げるので、本当に何もなくなってしまう。

この様子を間近で見ているとそもそも都市というのは安定な存在なのかという疑問を抱かざるを得ない。都市というものは地理や地勢といった環境にどの程度依存しているものなのか。強く依存しているのか、余り依存していないのか。エネルギー源が都市の生態圏内部にあるのか外部にあるのかで大きく異なってくる。

都市は今後も生き残って行けるのか。自立している都市ほど壊れやすいのではないか。バックヤードとしての農村、漁村、林村の存在、産業のサプライチェーン、水平分業などはどの程度都市の安定に寄与しているのかなど、根源的な問い合わせが生じている。欧米では、「都市は人類の滅亡に向かたプロセスである」という学説を唱えている社会学者がいて、その学派は確固たる基盤を持っている。

都市は不安定な存在だからこそ、都市インフラの強化、都市の機能の強化という議論が出てくる。都市の機能の強化とは、住みやすさや都市の効率化である。ところが住みやすさや効率化は、基本的に自然の脅威とは相容れない反対の概念である。つまり自然の脅威に本当の意味で立ち向かおうとしたら、住みやすさとか効率化は必ず犠牲にしなければならない。一方を強くすると他方が弱くなる。都市インフラの強化・統合は、本当に都市の安定性を増しているのか。実は不安定性を増しているのではないかという疑問も浮かんでくる。

東日本大震災の数多くある被災地の中でも、人口あたりの死亡者数が最も多かったのは

陸前高田町である。その町内で唯一被災しなかった地域である旧前田町は、復旧・復興の際の支援基地として最大限に機能し、貢献をしてきた。しかし、いざ陸前高田町の復興計画が策定される段階になると旧前田町地域は対象からは除外されるという事態になった。都市はバックヤードがあつて初めて成立するということが理解されていないことの表れである。都市の機能を検討する際には、そのバックヤードの存在も含めて議論しないと、安定性を確保することはできない。

(4) 松浦直人（リモートセンシング技術センター 事務局長）

リモート・センシング技術センター（以下、RESTEC）では、人口衛星からとったデータをいかに活用するかという観点で活動を展開している。

「だいち」という人工衛星は、空間分解度 2.5 メートルの観測をすることができ、2万5千分の1の地図の作成に活用されている。この衛星は単に高分解度の写真が撮れるだけでなく、衛星の位置と姿勢の制御に優れ、目的とした地点を少ない誤差で撮影することができるという利点も持っていた。ロシア、中国、インドネシアなど、海外でも盛んに活用されており、地図の作成以外にも土地利用調査、耕地面把握、災害時の避難経路の作成など多様な用途がある。震災では、津波の到達エリアの把握などに活用された。

震災時には、「だいち」のみならず、世界中の衛星から5,000 シーンにものぼる大量のデータが送られてきた。一番問題だったのは、そのデータを処理する人間を確保できずにデータがスタッキし、情報を取り出すことができなかつたということである。IIJ ((株) インターネットイニシアティブ) のクラウドシステムを活用し、そこからプリントした地図を帝塚山大学や HP ((株) ヒューレットパッカード日本)) と連携して被災地に届けるという活動を実施した。ここまで連携は上手くいったが、実際に被災地に持って行く段階で持ち込み先がわからず、滞ってしまった。日頃から使う仕組みを整えておかないと、いざという時に使おうとしても上手く機能しないということが課題として残った。

宇宙インフラとしては「だいち」以外にも、移動体通信衛星「きく8号」、測位観測衛星「みちびき」、超高速インターネット衛星「きずな」など、多様な人工衛星がある。これらの人工衛星にはそれぞれのステークホルダーがいて、課金も独自に行われているため、全てのデータを揃えて活用することが難しい。災害時には一時的に使えるデータもあるが、平常時にデータの共有がなされていないために、いざという時に連携しようとしても上手くいかない。

最後に、RESTEC は今年の8月1日に一般財団法人に移行した。より民間企業に近い活動もできるようになり、現在、事業計画の見直しをすすめている。リモート・センシング技術を社会インフラに組み込むための研究開発を推進するとともに、衛星データに限らず、他のセンシングデータも活用してソリューションを提供できるような事業体系を整えていくたい。

(5) 飯野穂（株式会社東芝 スマートコミュニティ事業統括部 主幹）

株式会社東芝（以下、東芝）スマートシティコミュニティ事業部では、その名のとおりスマートシティやスマートコミュニティといった事業を国内外で展開していくミッションを担っている。

東芝の目指す理想的な都市のイメージは、効率的な街、頑強な街、成長する街といったコンセプトのもと、水、エネルギー、交通、情報、医療といったものを上手く融合させたコミュニティである。具体的には横浜のスマートシティプロジェクトや、茨木市のスマートコミュニティ構築事業化検討といったものに参画している。

「東芝レビュー」本年8月号の中で「震災復興におけるコミュニティ作りへの取組み」を取り上げた。復興の流れを時系列でみると、緊急対応、復旧、復興プロセスといったステップになり、それぞれのタイミングで何をするかというプランニングが重要となる。「復旧→再生→発展」のプロセスとして、迅速な復旧とともに、合理性を考慮し、単に同じ状態に戻すのではなく、より発展させるという概念が重要となる。特に、環境に配慮した自立した街、活力あふれる効率的な街、健康的で暮らしやすい街といった要件を満たす必要がある。地産地消コミュニティの例としては、社会インフラ資源をクラウド化して共有する概念として、スマートコミュニティマネジメントシステムを提唱している。これは物流や水、エネルギー、情報といった個々の情報を統合して、そこから付加価値を出していこうという概念である。その際、都市の基本は人であり、都市を管理するにあたっては最終的には個人までつながっている想定である。

二つ目の話題として「災害に強い電力供給インフラを実現するスマートグリッド技術」を紹介したい。日本は、3.11以前は世界に誇る信頼性の高い電力供給インフラを有しており、年間の停電時間もごく短時間だった。一方、アメリカを中心にスマートグリッドという概念が提唱され、供給側と需要側が相互依存性を持つということが議論されるようになった。双方向に協調して、社会全体としてエネルギーを合理的に使う仕組みである。日本国内では、新成長戦略会議が作成した資料の中に、安全・安心というキーワードが入り、それを受け分散電源への期待が高まっている。

マイクログリッドと呼ばれる災害に強い分散型の電力供給インフラの技術開発が注目されている。イメージ的には一部が停電しても他の部分が生き残り、その生き残った部分がダウンした部分を相互に助け合って迅速に復旧していくというロバスト性のある電力ネットワークである。それを制御するμEMSという制御システムも既に開発・実証を行っている。その中にはデマンドレスポンスという、電力側だけではなくて需要家側の負荷と協調する概念も入っている。

更に地域エネルギー・マネジメントという概念では、エリアごとに個々の需要家を情報系で束ねる、いわゆる需要家の群管理という概念を開発している。

最後に、災害に強いという意味において、コンテナ化ないしモジュール化した社会インフラとしてのデータセンターの開発もすすめている。これ以外にも様々なインフラのモジュール化という概念があると考えている。

(6) 藤田壯（国立環境研究所環境都市システム研究プログラム 総括／ 名古屋大学連携大学院 教授）

国立環境研究所（以下、環境研）では、今年から環境都市プログラムを立ち上げ、社会実装研究のための環境都市の計画支援システムについて検討をすすめている。元々は低炭素都市のマニュアル作りを環境省や内閣府と共に検討していく過程で、これを研究という側面からサポートするために始めた研究である。

今の都市は、いろんな機能が広域化して、実は都市といいながらバーチャルなものになりつつあるのではないか。特に3.11以降はコンパクトな都市という議論もでてきてているが、都市のレジリエンス、サプライチェーンの安定化のためにも、都市自身が近接した部分と連携するとともに、個々のインフラの高機能化を図る必要がある。そのための都市のシミュレーションシステムについて検討をすすめている。

川崎市をモデルとした低炭素都市のシステム研究では、環境研と川崎市が連携して、5年間に渡り川崎市のデータを全て貰いシミュレーションを行ってきた。この時には二つの視点を持っていた。一つは分野間横断であり、自治体の政策に反映させるためには、資源循環から水、エネルギーまでいろんな分野を同時に見る必要があった。二つ目はマルチスケールであり、国土全体としてどのような目標を設置するのかということであった。川崎市の例ではマクロから街区単位までの設計が必要となった。今日では、3つ目の視点として、施策のパッケージ化をあらたに加えている。都市の境界は、水、エネルギー、資源、低炭素など、広範囲に及んでいる。その中で焦点となるソリューションを作り、その効果を定量化するために必要なシミュレーションモデルとデータベースの構造を考える。いわばバックキャスティングのソリューションを造らないと、研究の成果も出ないし、行政側のニーズにも合致しない。こうした施策のパッケージ化を図るためにには、地域の立地条件、都市で行うことの意義、複数の機能を同時に改善、市民や企業が参加できる形、の4つの視点が必要になる。

最後に、将来取り組みたいと考えている研究を4つ紹介したい。一つ目は、ハードウェアの技術としてのソリューションと、ソフトウェアの社会システムの技術をデータベース化し、定量的に扱えるようにするシミュレーションの開発である。この際、ソリューション、そのための地位解析、さらにその評価というコンポーネントが揃うと、社会実装につながっていく。二つ目は、低炭素化だけでは地域の方々の関心になじまないので、様々なタイプのコベネフィットを生み出す研究である。三つ目は、将来を見据えて、地震、高齢化、温暖化に対応し、適応策の効果を定量化・見える化する研究である。四つ目は、市民や企業の方々が合意形成に参加できるような仕組みの構築である。これらのツールによって、低炭素化社会あるいは環境未来都市を実現することが、我々に投げかけられている課題である。

3. 2 ディスカッション

(目黒) 安岡先生のご提案「インフラの統合モデルの構築」を全員で共有したとして、
 ①統合した後に見える夢の見える化（どのような明るい社会が待っているかの明確化）、②どういうステップを踏んでハード対策、ソフト対策で解決に向かっていけばいいか？について議論頂きたい。研究の時間としては3～5年か？

(安岡) どういう形で実現するかによるが、例えばCRESTだと5年という単位になる。

(目黒) 3年、5年のスケールの中で、いま目指しているものに対して研究だけではなく、目標を達成できるというもの。なおかつ先端性を有していて、研究者がそこに入っていきたいと思えるような魅力的な像を描くネタを、ここで議論できるとよいと思う。

- (柴崎) 防災の議論が中心か？ 有事がメインで平時が付随的として議論するのか？
- (目黒) 同じくらいの比重。平時に使っているモノが、+αで有事に役立つということ。2030年、2040年に都市はどうあるべきか？だ。
- (柴崎) ここで目指している都市の姿はこういうものだと、もう少し明確にしないといけないのでは。今はまだ大震災の衝撃につかっているが、津波に強いを何年も言い続けていけるか？ また、低炭素も国策として重要だが、昔のハワードの田園都市のような、地産地消で林に囲まれたコンパクト都市でいいのか？

都市は国際的に競争している。東京は、北京、上海はもちろんシンガポール、香港などと競って、もう抜かれつつあり、それは大学のランキングを見ても分かる。これだけの人材を投入して国として研究開発をやるのに、安全で、津波で、低炭素だけでよいか？ 世界の都市間競争に勝つような元気が出るものがないといけない。こういうインフラの統合をすると町ができるというような、もう少し産業的なベースとしての意味や、都市としての魅力が上がるという絵を、まず出だしに書くべきでは。

何を具体的にやるかについては、今日も色々とアイデアが出ており、個別のコンポーネントは沢山あると思うが、その成果がとにかく発生量を減らす、安全性を増すという話だけでは違うだろう。プロジェクトの境界のつくり方。

町づくりや国際的な都市間競争などの方向から都市を見ているメンバがないため、given である需要を、いかに効率的に実現するかという議論をしてしまいか。都市はそこに存在する経済的・社会的・文化的理由がなくなれば消える。ただ、個別の都市は不安定ですぐ消えるが、世の中から町が消えてなくなったことはない。すべて町がなくなって全部農村になったことはないので、必ずそういう装置は要る。

逆に言うと、ほうっておくと日本の町は消えてしまう。頑張って働く人は、みんなシンガポールとか上海とか香港へ行って働いて、日本は広大な田園と山林が広がって、盆暮れや正月にみんなが帰省してくるだけというのもあり得る。だから、もっと強いメッセージがあってもいいのではないか。

- (安岡) 初めに境界条件を詳しく話しておくべきだったか。都市チームが発足したのは今年の頭で、震災の前。アジア・アフリカでどんな新しい都市を作れるかということから入った。いま都市を議論する際に震災は外せないが、スマートグリッドや震災に強いというさらに一つ先を考えたい。巨大化する都市を、いかにして持続可能にするかというところがポイント。

私の資料でも、頑健性、復元性、効率性が、最後に持続可能につながっている。限られたコストや人的資源で、滅びないように持続可能にするにはどうしたらいいかが、この研究会の目的と御理解いただければ。

- (目黒) バングラデシュのダッカや低平地で温暖化で海面上昇があった際に、1000万人規模の人の移動を前提に、どうやって町づくりをするかが当初の議論の中には入っていた。震災前は日本で新しく大きな町をつくることはないだろうと思っていたけれど、壊滅的に更地になってしまった所では、新しく作ることも一つの選択肢になるかもしれない。

- (柴崎) あの地域で更地になってしまった町は、日本の町の中で平均的な場所ではない。新しく作らねばならないが、目黒先生が話された山古志村のように多額の金を突っ込んで同じことをやるか？ 国のお金を取りに行くのに復旧、震災というキーワードを入れるという戦略の一方で、5年後、10年後はどんな時代になっているのかを考え、色々な意味でしたたかな戦略を作つておかなければいけない。
- (目黒) おっしゃる通り。もっと言うと、これだけ災害が多いところに、これだけの富と人口を集めた東京が世界史における第2のバベルの塔にならないために、どうしたらしいかというのが、別のスタイルですよね。
- (出口) 安全や震災関連でないといま話の糸口として難しいが、我々がやらなくても大前提としてあり、必要ないだろう。

興味があるのは、先ほどの目黒先生の復旧はみんな元通りに作るということでありのかという話。しかし、元通りに戻すのが本当に悪いことなのか。震災後の復旧・復興のモチベーションは、一体何なのか。本当に新しい違う機能の都市を再生しようとしているのか。都市はある種の歴史を経て平衡状態に来ていたのだから、一瞬潰れた元に戻したいというのが、なぜ悪いのか。その辺に都市の存立の鍵があるだろう。

潰れたのだから、この際リニューアルしようというのは、都市の本質を考える上では違うような気もする。欧米の都市の社会学者が言うには、欧米では第2次世界大戦の空襲で壊滅した町を、とにかく寸分違わず元に戻した。石で出来ていたこともあるが、何故そうしたかというのは色々な分析があり、一つの極端な例は、欧米人はとにかくやられたんだだからやり返すというか、元に戻す根性で復興をし、それで我々のほうが強いということを示すことがモチベーションになっていた、という説もある。一方、日本は空襲で米軍にやられたのに、あたかも自然災害のようにあっさり諦めて新しい町をつくった、その神経がわからないと、彼らは言う。

震災から復旧しようとしている時に、住んでいた人は何とか元に戻したいと言う、その根源にあるものは何か。そのあたりに都市の存立の理由みたいなものがあって、それを抜きにして語ることはできないのでは？ 山古志村は極端な例なので分からぬが、すべて一律に元に戻すために投資してもしょうがないと言うよりも、もう少し本質的なところを探らないといけない。

- (目黒) 幾つかの地域は、この震災があろうがなかろうが、ゆっくりだめになっていった可能性が高かった。それはみんな認めるが、震災で壊されたら元に戻したがる。その時に専門家が、高齢者から「どこがよかつたのか？」をしつかり聞くことは重要だが、その良さを違うやり方でも残すことができるかも知れない。それをきちんと提示できれば、地元の人たちの気持ちも随分変わるのでないか。それしか知らない人に「何がいいか？」と尋ねても答えられないのでは。色々な人に聞いて、そういう印象が強くなる。

- (藤田) 柴崎先生がおっしゃった、都市論の議論は非常に重要なと思うが、実際に震災の場に入ってみると、目黒先生がおっしゃったように、選択肢がない。今、もとの家に戻る以外の選択肢を与えるのが、専門家として研究者として、学者として

非常に大きな義務だろう。どのように科学的に合理的に与えるかが、非常に重要なミッション。

3.11 が我々に与えた一つの機会は、大きな更地だけではなく、色々な社会システムの見直し。私自身も都市計画のバックグラウンドがあるが、都市計画法も見直しで、初めて収用とか、あるいは私的な財産の制限の話が始まっている。それ以外にも電気事業法を、恐らく有史以来、初めて見直そうという機運になっている。

柴崎先生がおっしゃったように、日本の中で最適化しても世界の最適化にならなかった場合があるが、幾つかの社会制度を新たに見直すという点で、今回はその部分の障壁がかなり緩やかになっている。日本の中で適正な解を出すことが、世界のデファクトスタンダードになり得る可能性は高くなつた印象がある。

もう一つは、私も環境未来都市の有識者会議で、小宮山先生らと日本の未来都市は何かを議論させていただいているが、ここの部分をやり出すと宗教学、哲学、社会学も入ってきててしまう。今日のお話を伺っている中では、大きな議論として暮らしの快適性と、安全と、それから雇用・経済の3つぐらいで外れていないのでは。それらに対して、スマートグリッドあるいは低炭素都市という、個別の要素技術や制度を用いた最適な解しか与えていないので、そこを統合して与えなくてはいけない。統合してものを見るということが本当に欠けているテーマであり、逆にこの半年間で、むしろ遅れてしまったところ。その社会的意義は、世界的に見ても大きい。

(柴崎) 都市論をやらなければ、この議論が無駄だと言っている訳ではない。復旧・復興をあまり強調すると、現地の個別具体的な要求に、本気で向き合うのかという話になる。それだけの覚悟で、例えば事務所を仙台に置いて、最新のテクノロジーで、海岸に近くても、津波などがあっても逃げられるような昔風に見える市街地を作る、という仕掛けまで行かないと、中途半端はよくない。その距離感のとり方が大事。僕らは実務家ではなく、実際に町づくりをする人はコンサルタントであり町づくりの行政の人。心情的に色々やってあげたい気持ちは分かるが、そこの戦略は上手く取った方が良いだろう。

基本的に都市は集積のメリットをいかに享受するか。インフラは集積のデメリットの部分をいかに少なくするか。それが良ければ、都市は確実に自律的に動くが、研究の中身としてはパフォーマンス・インディケータをどうするかも決めておくべき。インテグレーションした時に「何がどのくらいよくなつたか?」をちゃんと示せる方が良いだろう。

(飯野) サステナビリティを前提とした議論があるが、その言葉も疑つてみてはどうか。都市にはライフサイクルがあるという視点 — 要は、都市には寿命があるという視点に立つて考えるときに、グリーンフィールドいわゆる全くの更地に新しく都市をつくるという最適設計の話と、でき上がつた後に維持管理をしていく話、さらに今回の震災のようなトラブルに対するリカバリー・コントロール。また都市をより改善していくという、リニューアルの考え方もある。そういうものを全部含め、ライフサイクルで都市をどう捉えていくかと考えてはどうか。

もう一つは、柴崎先生がおっしゃった、冒頭の前田さんの御講演の中にもあつた、都市の KPI をよく考えるべき。世界的にスマートシティの KPI を国際標準化しようという動きがある。フランスが非常に前向きである。その他、例えばグローバルシティ・インディケータとか、グリーンシティ・インデックスとか、色々な指標が既に提案されているが、既に 1,000 近くのインデックスが定義されている。

今日のお話で皆さんのが言つた強みはシミュレーション技術とかモデル化技術であり、その中で震災は 1 つのインディケータ（性能指標）に過ぎない。日本では震災対応を入れた都市設計になるが、海外ではまた全然違う都市設計がある。個別の解を求めるのではなくて、もう 1 つ上のレイヤーで、メタ設計論の様なものを作れないと、との問題提起をしたい。

(安岡) 復旧・復興の町づくりも、アジアに都市を売り込むということも、その後ろ側には、やはり町づくりのコンセプトや、それを実現するための理論があり、そこを我々はやりたかった。従って具体的なケースではなく、それらに最大公約数的に必要となるような、理論的バックグラウンドをここで作れないかというのが、当初の目的だった。

ただ、それだけだと絵にかいた餅だ、研究のための研究だと言われる可能性があるので、ある程度、焦点は絞らなければいけないと思う。ただ、忘れてはいけないのは、これから町を作るのに、我々は何を持っていないと勝負できないのかということ。最後の町づくりの部分は、我々には絶対できないので、そこへのインターフェースにインプットすることが重要。これがこのチームができ上がった理由だろうと私は理解している。

今日の午前中には手法論が多く紹介され、パネルではもう少し理念的な話になり、これはチームリーダーとして非常に有り難かった。私がこの 6 月にこういう方向で検討したいと紹介した時に、理論だの何だのと言って、町づくりに歴史や人などの要素を加味しないと何にもならないとの指摘が先生方からあった。それに対して、今日パネルで皆さんからいただいたことが、相当なインプットになるだろうと思う。町が滅びる滅びない、ということも含め、元の町に戻したいとか、そうではなく新しくするんだということは、町づくりの非常に重要な視点だろう。

繰り返しになるが、どんな場合でも、理学・工学が町づくりに果たさなければならぬ最低限の役割は一体何なのかを詰めたい。我々は人や物の動きをベースにしたモデリングやシミュレーション、制御といった技法があるのではと条件設定をし、初めの発表はそういう方々にお願いした。

(出口) 安岡さんが言われるように、流れというか、それから時空間を統合した事象——我々は昔から言っている「事（こと）」の流れが、建築家には扱えていないと思う。そこに含まれる伝統などは別の人々に託すとして、先ほど言わされたシミュレーション、データ同化やモデリング、それからフォアキャスト、ナウキャスト、バックキャストによる検証など、いわゆる情報を基盤とする新しい方法論は、提示できるのではないか。

(目黒) 色々な御議論、御意見をいただき、有難うございました。結論としては、そ

いう技術を適用した町づくりと、適用しなかった町づくりが、どう違うかのかが上手く示せればと思う。比較できるパラメータをきちんと提示できるよう、うまくできるスキームづくりや環境づくりにブレークダウン出来ればと思う。

4.まとめ

本ワークショップでは、少子高齢化社会や低エネルギー・低資源消費社会の到来に向けて、都市サービス機能をどのように効率化し、頑健性・復元性を強化するのか、都市サービスシステムの今後の在り方について検討した。

70億を超えた世界人口の60～70%が都市に集中しているといわれる。今後ますます都市のサービス機能は肥大化、複雑化していくものと予想される。一方で、世界各地で発生している昨今の地震や洪水に際しての甚大な被害に見られるように、都市の機能が人口の増加や環境の変動に対して十分な頑健性や復元性を有しているとはいえないことも事実である。また、温室効果ガスの排出量増大をみても都市のサービス機能を提供するシステムが十分に効率的に設計されているとはいえない。巨大化する都市におけるサービス機能を如何に持続可能に発展させるかは世界的にも緊急な課題といえよう。

本ワークショップでは、新たな都市作りや既存都市のサービス機能改善において、新たな科学技術の適用が可能なのか、特に、システム科学技術や情報科学技術などの新たな研究の方法論により都市のサービス機能を如何に強化することができるのか、その可能性を探った。

その結果、

- a. 都市サービス機能の水平統合は国内外の新たな都市作りに不可欠な手法である、
 - b. 仮想空間上でのモデリングやシミュレーションなどシステム科学技術の展開が必要である、
 - c. 特に、人や物の動きまた土地利用の変化などが都市サービス機能に大きな影響を及ぼすことから、その計測・モデリング・シミュレーションが重要な鍵となる、
 - d. 都市サービス機能間の連携は、自律分散的なルーズカップリングが現実的である、
- などの都市インフラの統合化や連携を推進するポイントが明らかとなった。

一方で、

ア. 既に確立した都市サービスにおいては水平連携への展開は難しいのではないか、

イ. 社会的な制約により必要なデータの収集や共有化が難しいのではないか、

ウ. 全体的な管理の権限を誰が持つのかを明確にする必要がある、

エ. 都市の在り方そのものについての議論も必要である、

などの視点が明らかとなった。以下に議論のポイントを必要性と問題点の双方の視点からまとめた。また、問題点については議論等を通じて提案された対応方針についても付記した。

必要性

ポイント a 都市サービス機能の水平統合は国内外の新たな都市作りに不可欠な手法である

エネルギーや水の供給サービス、また物流や情報のネットワークサービスは、互いにある部分を依存しながらそのサービスを提供している。大規模停電によるエネルギー供給の停止により水の供給や情報サービスが滞ることはその一例である。これまでの既存の大都市では、それぞれのサービスが独立にサービス提供システムを改善することにより個別のサービス機能が停止することを防いできた。情報化やバッファ機能の強化などがその一

例である。しかしながら、個別サービスがそれぞれ独自に情報化を進めることは必ずしも効率的とはいえない。また、大きなバッファを保持することは無駄を発生させることとなり、必ずしも効率的とはいえない。

各サービス機能が、他のサービス機能が停止した時に自分の被害を最小限に食い止めるためには、互いにどう依存しているかを把握し、有時における被害を迅速に予測、評価することが必要となる。今後の低エネルギー消費社会や低資源消費社会の実現に向けては、都市における諸サービスの相互連携を進めることが必要である。

ポイント b 仮想空間でのモデリングやシミュレーションなどシステム科学技術の展開開が必要である

実際の都市におけるサービスシステムは極めて巨大、複雑である。そのために個々のサービスの状況、さらには複数のサービス機能の相互依存状況を把握し、何がどこで起きた時に、その影響が他のサービスのどこにどの程度現れるかを予測し、評価することは容易ではない。

これらの予測や評価を行うためには、現実空間でのサービスの挙動を計測してモデル化し、コンピュータ上の仮想空間でモデルシミュレーションするシステムを構築しなければならない。このためには各種のモデル化やシミュレーションの技法、さらにコンピュータ上で複数の対象を効率的に動かすための制御や最適化の技法などシステム科学技術の手法を展開することが必要となる。

ポイント c 特に、人や物の動きまた土地利用の変化などが都市サービス機能に大きな影響を及ぼすことから、その計測・モデリング・シミュレーションが重要な鍵となる

都市における各種のサービス機能の需要や供給を評価するためには、実空間でのシステムの挙動を計測し、モデル化することが必要になる。例えば、短期的な評価を行う上では、一日のうちでどこにどれだけの人やものが移動し滞在しているか、その変化を把握することが不可欠となる。また、長期的なサービスの予測を行うには、将来の土地利用分布や人口分布を把握しなければならない。さらに、これらの短期的、長期的な都市の“動き”は個別サービス機能の需要のみならずサービスの相互依存性を規定することから、サービス機能の水平連携を進める上でも重要なパラメータとなる。

これまで、人や物の動きを正確に把握する手段がなかったことから、都市動態の計測やモデル化の研究は遅れていた。近年、携帯端末やカーナビゲーションシステム、また SUICA など人や物の動きを把握する計測手法が実用レベルで実現するようになってきた。また、長期的な土地利用動態などの把握も、人工衛星等を利用した広域観測手法が実用レベルで利用できる環境が整いつつある。これらの新たな動態計測、モデル手法を展開することにより複雑化した都市におけるサービス機能を評価することが可能となると期待される。

ポイント d 都市サービス機能間の連携は、自律分散的なルーズカップリングが現実的である

電気、ガスや水などの供給、また情報のネットワークサービスなどについては、少なく

とも先進国においては、それぞれのサービス機能ごとにはほぼ完成したシステム構築がなされている。しかしながら、その相互作用性については必ずしも十分に把握されていない。このために、都市サービスをシミュレーションする場合、その水平連携も含めた厳密な評価を行うことは難しい。

そこで複数サービス機能の水平連携では、その第一歩として、緩い結合（ルーズカップリング）を志向することが現実的である。これは仮想空間上でのモデリング、シミュレーションにおいて、個別のサービス機能を核として行い、それぞれの出力を可視化、「見える化」するもので、相互のサービス機能を理解しやすくするといった効果が期待できる。

問題点

ポイント ア 既に確立した都市サービスにおいては水平統合への展開は難しいのではないか

先進国の大都市などでは電気やガス、水道などのサービス供給システムが個別的かつ垂直的に整備されている。また、それぞれのサービスが必要とする他のサービスについても個別に情報収集やサービス供給の仕組みが整備されている。これらの完成しているシステムを水平統合化するためのコストは莫大となることが予想され、費用対効果の視点から無理がある。特に、実際のコストをどう見積もるか、またコストを誰が負担すると想定するか、は大きな問題である。

問題点に対しての対応コメント :

各サービスを厳密に結合することは難しいが上記のような緩い結合であれば十分に効果的なシステムを構築することが可能である。また、新たな都市づくり計画が国内外で進められつつある状況から、垂直統合よりも水平連携を目指した新たな都市サービスシステムの構築を考えることは意味がある。但し、コストの見積もりや分担については、社会科学的な新たな視点を加えるなどの努力が必要であろう。

ポイント イ 社会的な制約により必要なデータの収集や共有化が難しいのではないか

個人情報保護法やデータ目的外使用の禁止などの法律的、社会的な規制があり、個別のサービスシステムがそれぞれ個別に収集したデータや情報を相互に利用し、共有化することはできない。また、インフラ構築のコストなどについては民間企業が保有しているものが多く、データの収集は容易ではない。データの収集や共有化ができない場合には、モデル化やシミュレーションの精度が著しく悪くなる。

問題点に対しての対応コメント :

情報の公開や共有化も一つの社会的な流れとしてあり、データ公開、共有化の実現に先行して、在るべきシステムを研究する価値はある。

ポイント ウ 全体的な管理の権限を誰が持つのかを明確にする必要がある

都市行政においては、情報の管理やサービスシステムの管理を含め、所掌に応じて複数の部局が関与する。具体的には各自治体における首長に権限がある場合が多いが、より広

域的なエネルギーや水の供給サービス、また道路や通信サービスなどは都市の単位を超えて国に権限がある場合も多い。水平連携を図るために多くの関係者の合意形成等が不可欠となるが、その各サービスシステムの責任分担や最終責任者を決めるることは上記のコスト負担も含め容易ではない。

問題点に対しての対応コメント：

現実のシステムではその通りであるが、将来のあるべき姿を念頭に置いて、システムの効率化等を図ることは必要不可欠である。サービスシステムをモデル化し、シミュレートすることによりその効果を示す（「見える化」する）ことは意味がある。具体的に先進的な特定の自治体と共同して研究し、その効果を明示する意義は大きい。

ポイント エ 都市の在り方そのものについての議論も必要である

今回の震災復興を考えるに際して、従来の都市の構造や機能をそのまま復興させるべきか、各都市がすべてのサービスを独自に持つことが効率性、頑健性、復元性の点から良いのか、など現時点で考えるべき課題は多い。都市のサービス機能とは何かを含めて原点を考えるべきではないのか。

問題点に対しての対応コメント：

都市には様々な形態があっても良い。異なる形態の都市におけるサービス機能を模擬的に実験することは、住民および行政主体が協働して都市づくりを行うための住民参加型合意形成手法としても意味があり、少子高齢化型や低炭素化型など異なる仮想形態に対応して仮想空間上のモデル化、シミュレーションを行うことは重要な手法となる。

5. ワークショップ講演記録

5. 1 事務局説明資料

**科学技術の未来を展望する戦略ワークショップ
「都市インフラシステムの統合化」**

開催趣旨説明

科学技術振興機構(JST)
研究戦略開発センター(CRDS)
都市インフラチーム

2011/10/22

ワークショップの趣旨説明

- JST研究開発戦略センター(CRDS)について
- ワークショップの趣旨 および 内容

1. 組織

平成15年7月設立
センター長 吉川 弘之
アドバイザリー委員会
常勤74名(非常勤51、非常勤23)
平成22年度予算 1,234 百万円
CRDS 745 百万円
CRC 489 百万円
中国総合研究センター
センター長 吉川 弘之
U:ユニット
戦略プロポーザルの作成はチームを編成して実施。

2. 業務の概要

- 国が今後研究投資を行うべき、研究領域、研究課題、その推進方策を提言。
(大学等で行われる目的基礎研究が主対象)
- 政策的課題についても、適宜、提言。
(新興・融合分野の推進方策、臨床医学等)
- JSTの事業に限定せずオールジャパンで
- 中立、公平、公正、エビデンスベースで

3. 研究開発戦略センター提言の出口

内閣府(総合科学技術会議)
文部科学省
科学技術振興機構
研究開発戦略センター
WIS報告書
G-ToC報告書
海外調査報告書
科学・技術の領域
研究開発戦略の街路
重要な研究動向を抽出
社会的期待
海外の研究開発状況との比較
- 例題的な技術比較
- 定常的な海外動向調査
- G-ToC (Global Technology Comparison)

4. CRDSにおける研究開発戦略の立案プロセス

研究・開発投資・戦略目標の設定、
研究システム改革・制度設計などへの展開
年度後半にセンター全体で議論し、テーマを決定。
翌年度、ユニット別でチームを編成し、戦略プロポーザルを作成
戦略プロポーザル
戦略スコープ
社会的期待と科学技術の「選択」
領域統合・役割連携を含むイノベーションにつながる研究課題の構成
重要な研究動向を抽出
社会的期待
海外の研究開発状況との比較
- 例題的な技術比較
- 定常的な海外動向調査
- G-ToC (Global Technology Comparison)

5. ワークショップの趣旨

1. 当該分野における研究開発の必要性を探る
2. 当該分野における研究開発の可能性を探る
3. 当該分野における研究開発課題を探る

出口：CRDSの戦略プロポーザルとしてまとめ、適切な機関に提言として提出

統合サービスシステムとしての都市インフラ構築のための基盤研究

JST/CRDS
都市インフラチーム

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
CRDS JST

提案の背景1

- 都市人口の割合は、現在は総人口の約50%であるが2050年には総人口の70%になることが予測され、増大する都市人口を吸収するために更地に新しい人工的な都市を造る試みがすでに世界中で始まっている。

世界の都市人口比率の推移と将来予測
マスダールシティ(UAE): 2015完成予定。
カーボンニュートラル・廃棄物ゼロ・100%再生エネルギー

提案の背景2

- 人工的な都市は先端技術を用いて、様々な課題をクリアする未来都市を目指している。
 - 低炭素化
 - 少子・高齢化対応
 - 災害対策
 - インフラの保守・保全
 - ヒートアイランド
 - 水資源、食糧問題
- 都市機能(サービス)提供の統合化による効率化および高信頼化は、今後の低炭素、循環型、かつ安全な社会の構築に不可欠である。
- しかし、都市は巨大なシステムであり、その機能(サービス)提供のシステムは充分に解明されていない。
→科学技術の役割

社会の機能(サービス)システム

A) ハード的な基盤

- 物流・移動(道路、鉄道…)
- 水(上水道、下水道、排水…)
- エネルギー(電気、ガス、石油…)
- 情報・通信(電話、インターネット…)

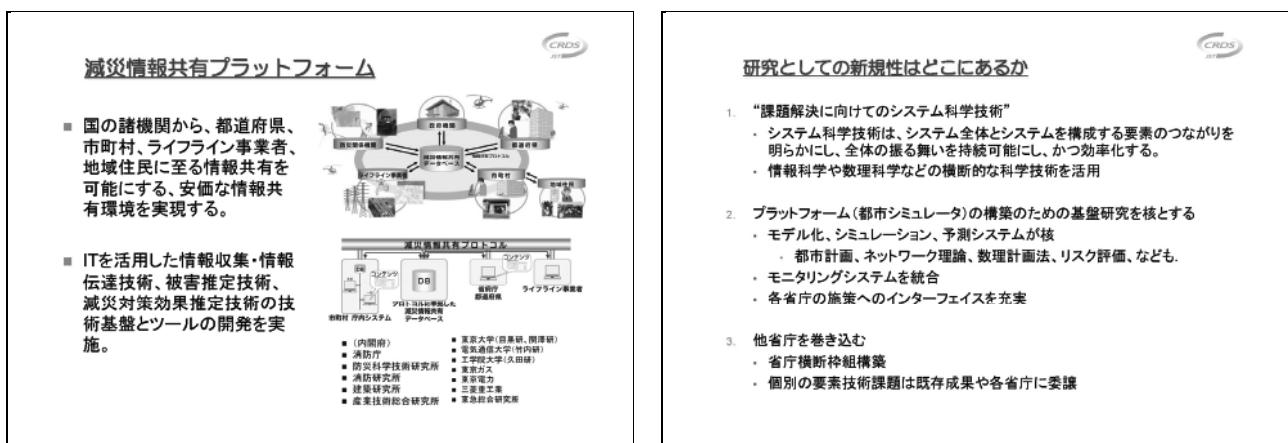
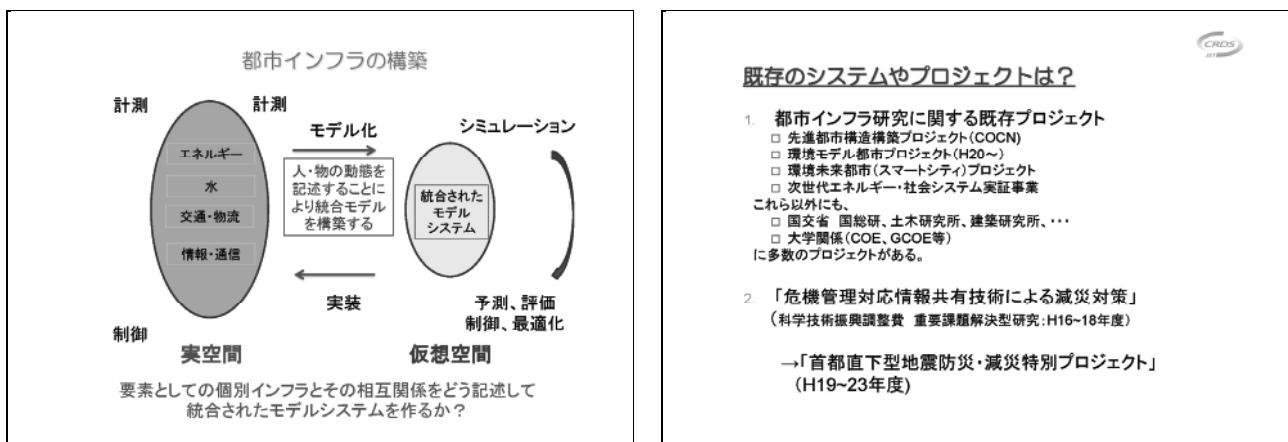
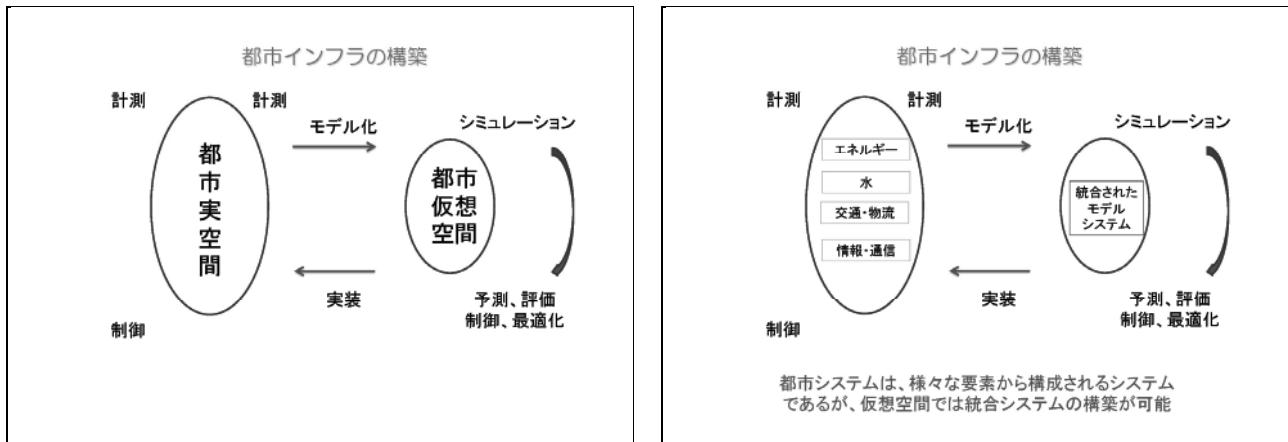
B) ソフト的な基盤

- 教育
- 医療
- 環境

3/11の震災で起きたこと:
道路が回復したが、石油の供給が止まった
(物流、人の移動の回復が遅れた)
電気等は止まらなかったが、鉄道が止まった
(東京では帰宅難民が発生した)

やらねばならないことは？

- ① 都市機能(サービス)を、頑健性、復元性また効率性に富み、持続可能にするための科学技術の確立。
- ② そのための都市機能のモデル化と予測性の向上。
- ③ そのための都市機能のモニタリングシステムの確立。
特に、物流・移動(人と物の動き)、水、エネルギー、情報・通信のモニタリング、モデリング、予測、改善、統合化・効率化など。
- ④ そのためのシミュレーション(モニタリングも含む)プラットフォームの確立。



5. 2 前田様ご講演スライド

HITACHI
Inspire the Next



スマートシティを支える
システム技術

2011/10/22

株式会社 日立製作所
情報制御システム社 CTO
前田 章

uVALUE

HITACHI
Inspire the Next



Contents

1. スマートシティ基本コンセプト
2. 情報技術と制御技術の融合による
社会インフラシステムの高度化
3. 情報制御融合のためのキークロジー
4. スマートシティを支えるシステム技術
～今後の方向性と課題～

uVALUE

HITACHI
Inspire the Next



1
スマートシティ基本コンセプト

uVALUE

HITACHI
Inspire the Next



1-1 日本の社会インフラが実現した快適なくらし

エネルギー	世界最短の停電時間
水	水道水をそのまま飲める数少ない国のひとつ
交通	ICカードで自由に移動
ITインフラ	世界有数の普及率、回線速度、料金

uVALUE

HITACHI
Inspire the Next



1-2 日立が目指す社会イノベーション

- 社会インフラと生活をサービスでつなぎ、安心・安全・快適・グリーンを提供

社会システム

自動化 Automation
最適化 Optimization
行動支援 Information

スマートグリッド グリーンモビリティ

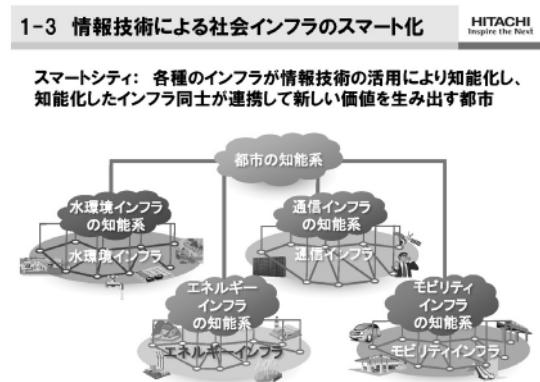
スムース 制御 情報

スマート

社会インフラの スマート & スムース を実現。

uVALUE

HITACHI
Inspire the Next



1-3 情報技術による社会インフラのスマート化

スマートシティ： 各種のインフラが情報技術の活用により知能化し、
知能化したインフラ同士が連携して新しい価値を生み出す都市

都市の知能系

水環境インフラの知能系
通信インフラの知能系
エネルギーインフラの知能系
モビリティインフラの知能系

uVALUE

1-4 スマートシティ：成長する次世代都市

The diagram shows a central "シティマネジメント" (City Management) hub connected to various systems:

- エネルギー:** 再生可能エネルギー (Renewable Energy), スマートグリッド (Smart Grid), 太陽光発電 (Solar Power), 風力発電 (Wind Power).
- 交通:** スマートナビゲーション (Smart Navigation), グリーンモビリティ (Green Mobility), 充電充電インフラサービス (Charging Infrastructure Services), 電動コミュニティバス (Electric Community Bus).
- 水:** 都市計画情報 (Urban Planning Information), 経営管理 (Business Management), 営業・料金 (Sales & Rates), 機器運営 (Equipment Operation).
- 資源循環:** リサイクルシステム (Recycling System), 地域資源運用システム (Regional Resource Utilization System).
- ホームエネルギー管理:** スマートハウス (Smart House).

システム技術のキーワード - [異種システム連携, System of Systems, 情報制御融合, Cyber-Physical Systems]

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

2

情報技術と制御技術の融合による社会インフラシステムの高度化

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

2-1 社会インフラを支えるIT

- 制御システム:** 対象をリアルタイム制御し、安心・安全・高効率を実現
- 情報システム:** 情報の交換・蓄積・加工によって付加価値を創造

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

2-2 情報と制御の融合 ~スマートシティ実現に向けて

The diagram shows the fusion of information and control systems across various sectors:

- 制御系システム:** 工場 (Factory), 社会インフラ (Social Infrastructure).
- 情報系システム:** オフィス (Office), 個人・家庭 (Individual/Family), 次世代都市 (Smart City).

環境配慮 (Environmental Protection), 経済発展 (Economic Development), 利便性 (Convenience), 安全・安心 (Safety and Security).

社会インフラの課題を解決

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

2-3 情報・制御システム融合の進化

- Phase 1:** Connected/ Visualization
- Phase 2:** Intelligent/ Optimization
- Phase 3:** Integrated/ Unified Control

アプリケーション例 ◆CEMS/HEMS/BEMS統合制御システム ◆EV充放電管理-V2Gシステム ◆都市交通最適化システム

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

2-4 情報・制御システム融合プラットフォーム

- Phase 1:** Connected/ Visualization
- Phase 2:** Intelligent/ Optimization
- Phase 3:** Integrated/ Unified Control

システムアーキテクチャ

情報システム/アプリケーション リアルタイムフィードバック PNCA+ クルル自動化・高度化 の統合

情報ネットワーク Enterprise Service Bus

制御ネットワーク

フィールドバス

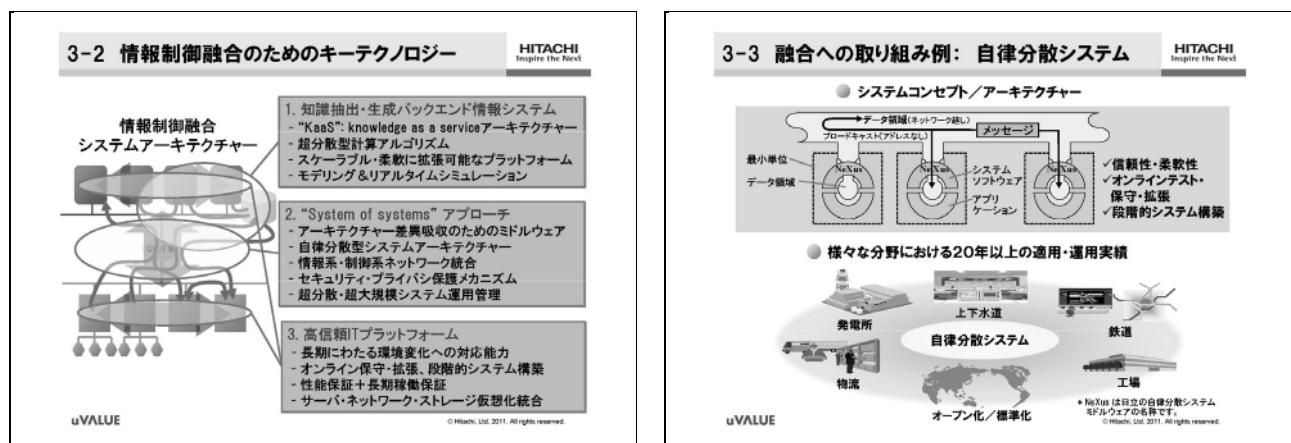
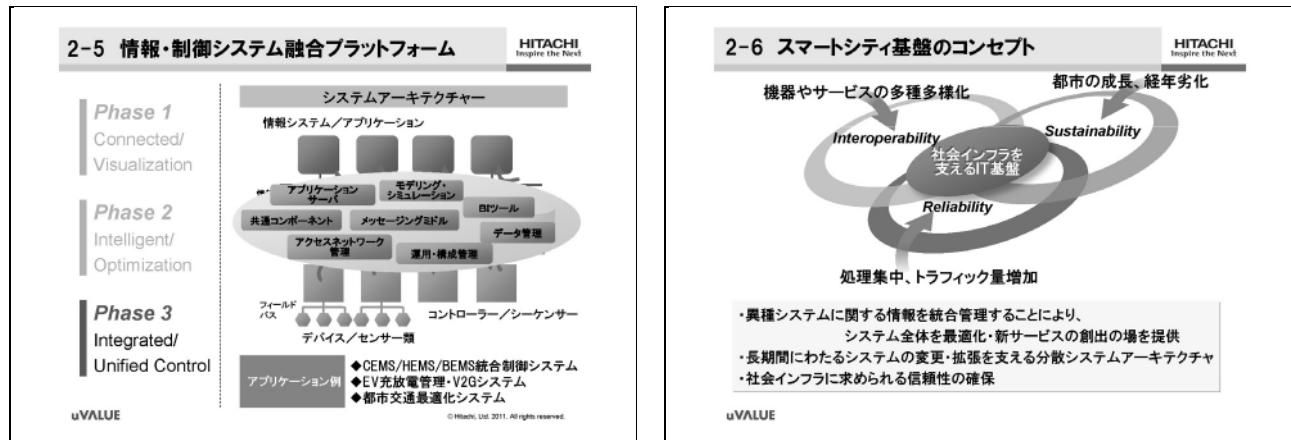
デバイス/センサー類

コントローラー/シーケンサー

◆CEMS/HEMS/BEMS統合制御システム ◆EV充放電管理-V2Gシステム ◆都市交通最適化システム

アプリケーション例 ◆CEMS/HEMS/BEMS統合制御システム ◆EV充放電管理-V2Gシステム ◆都市交通最適化システム

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.



3-4 自律分散システム事例

東京圏輸送管理システム(ATOS)

- 世界最大規模のリアルタイム制御
(数千台のコンピュータが、19総区
約300の駅を管理)



- 首都圏全域の安心・安全・確実な
列車運行を24時間支える
(最短2分間隔、路線総延長約1,000Km)
(データは公開資料より)立集計数

uVALUE 2010年9月1日: 日立資料より

HITACHI
Inspire the Next

自律分散型アーキテクチャ

- 各サブシステムが自律的に機能
- 部分的故障が全体システムに波及しない



- 駅・総区毎にシステムを順次拡張
(プロジェクト開始から20年、現在も拡張中)
- 複雑な制御、業務をシステム化
(駅と中央との業務の分担)
- 高信頼、広域ネットワークを実現

4

スマートシティを支えるシステム技術 ～今後の方向性と課題～

HITACHI
Inspire the Next



uVALUE

4-1 社会インフラ高度化のための情報技術

分析・最適化・シミュレーション技術

考える
思考

フィードバック技術



uVALUE

HITACHI
Inspire the Next

センシング技術

感じる
感覚

動かす
作用

© Hitachi, Ltd. 2011. All rights reserved.

4-2 議論のポイント整理



・異種インフラ統合の狙いと効果

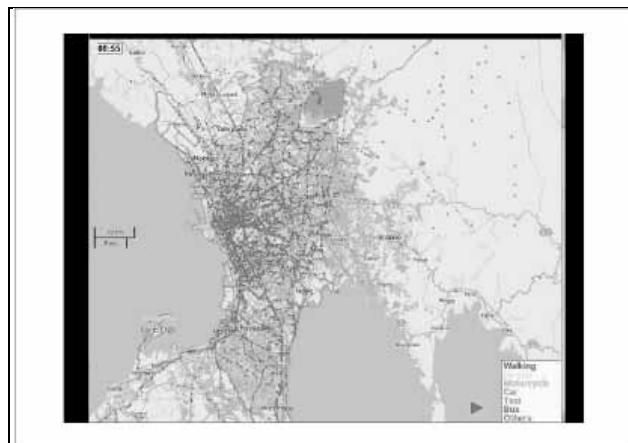
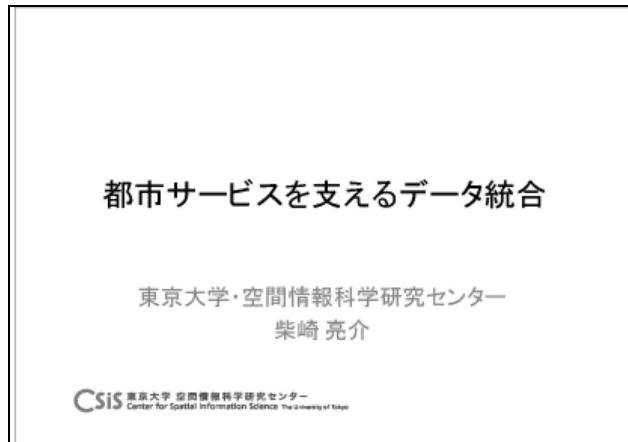
- シティマネジメント高度化、効率向上/コスト低減、…
- ・モデリング・シミュレーションの位置づけ
 - 設計高度化/評価ツール、運用・保守最適化、…
- ・情報制御融合技術・スマートシティ基盤の意義
 - QoL向上のためのサービス創生、持続/拡張可能性確保、…
- ・システムのオーナーシップとビジネスモデル

uVALUE

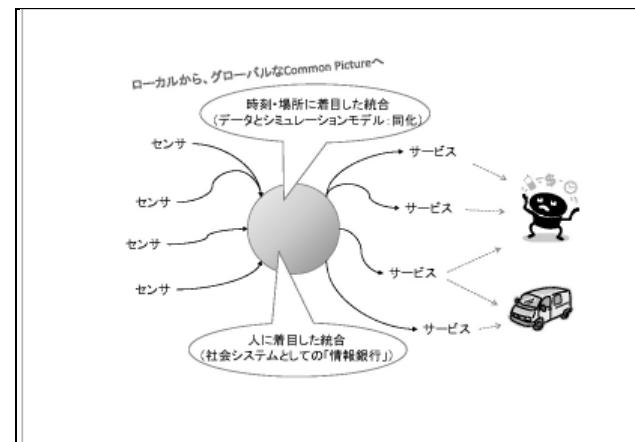
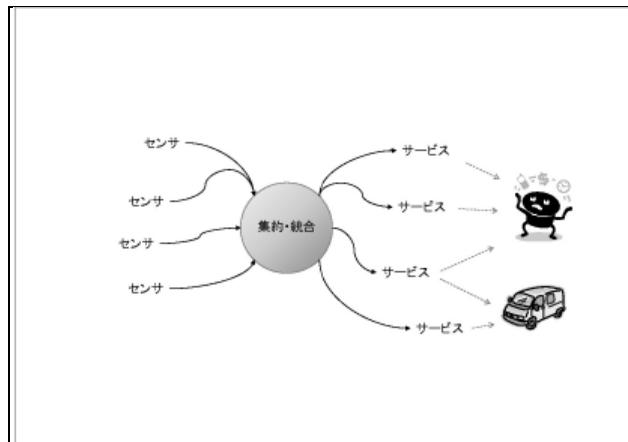
uVALUE

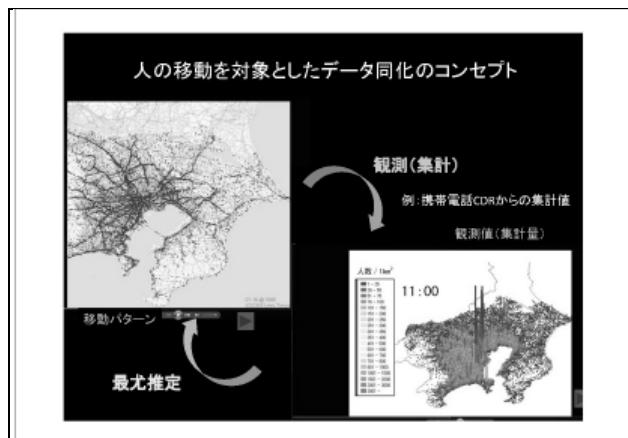
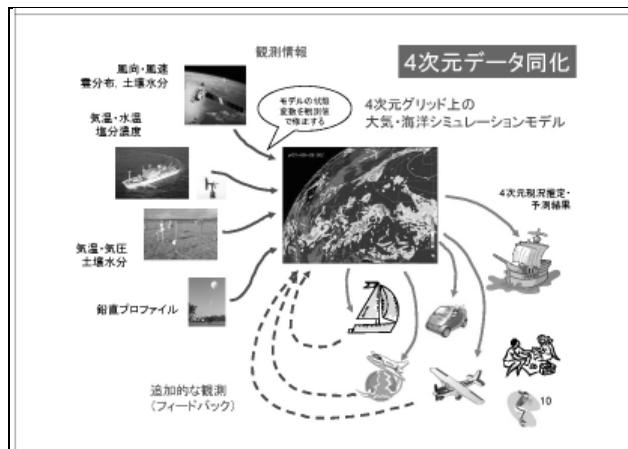
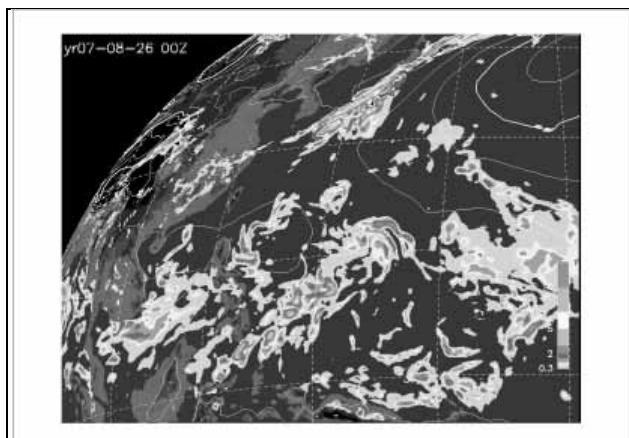
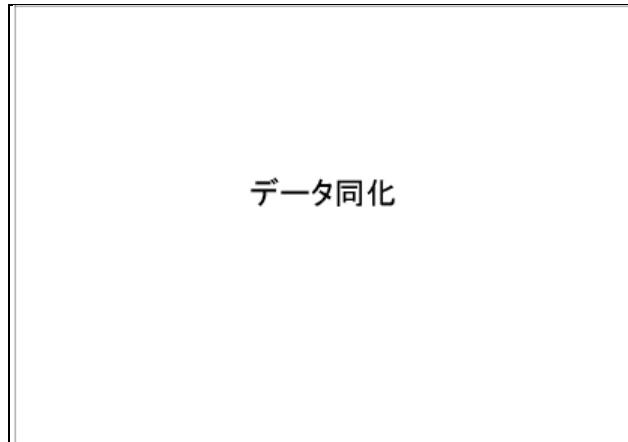
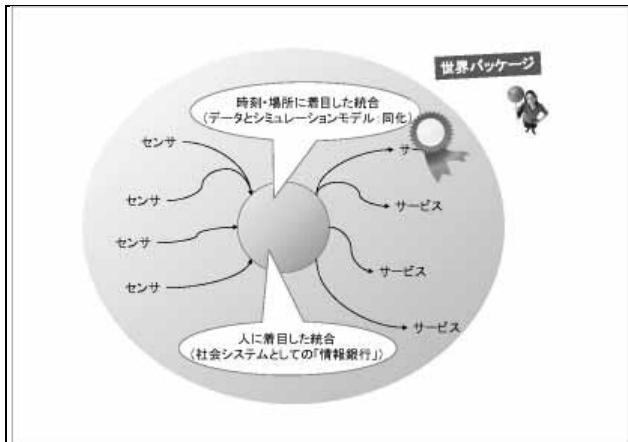
HITACHI
Inspire the Next

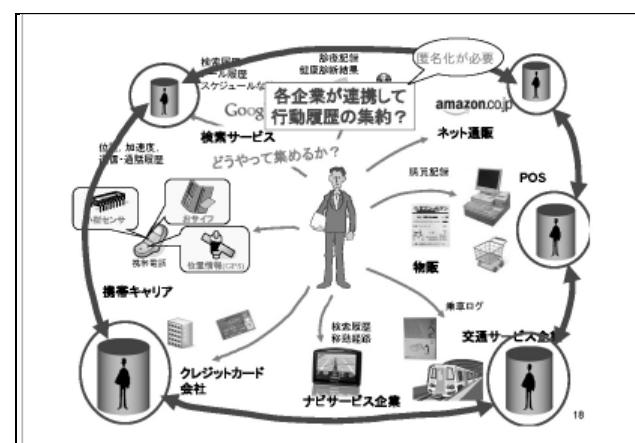
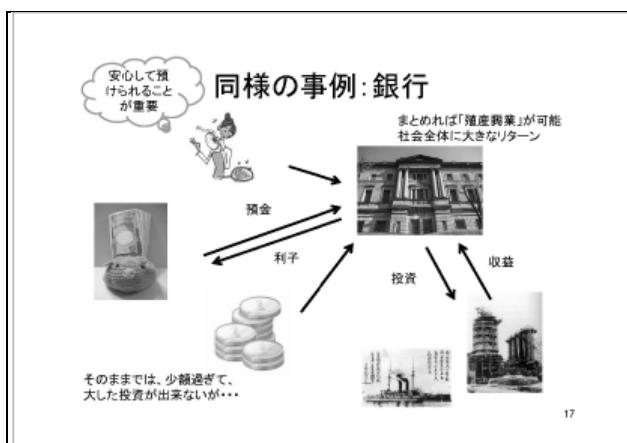
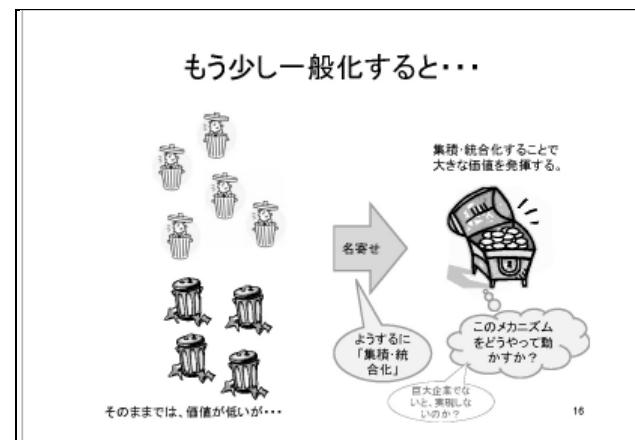
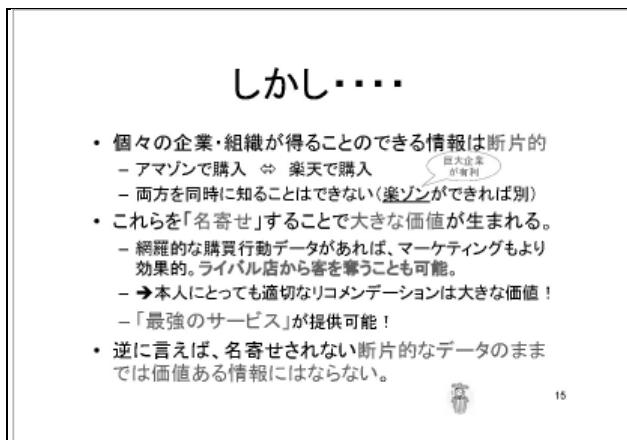
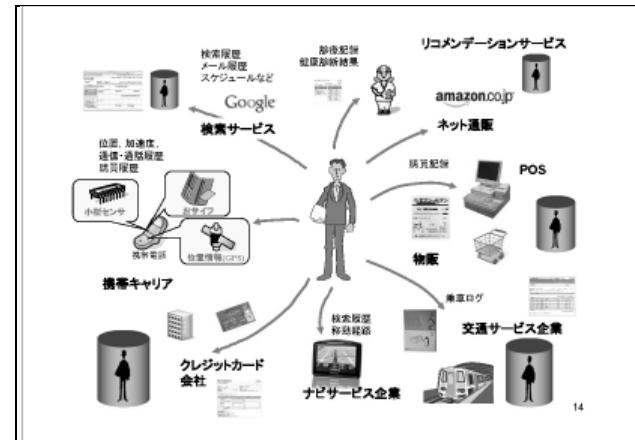
5. 3 柴崎先生ご講演スライド

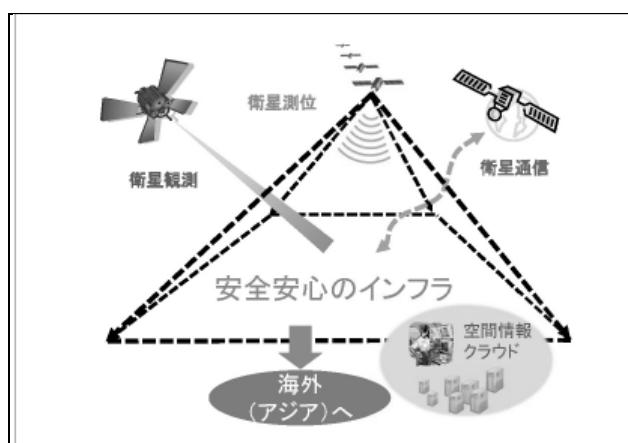
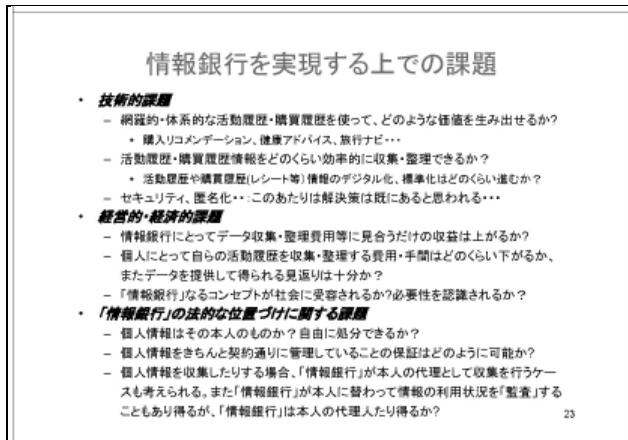
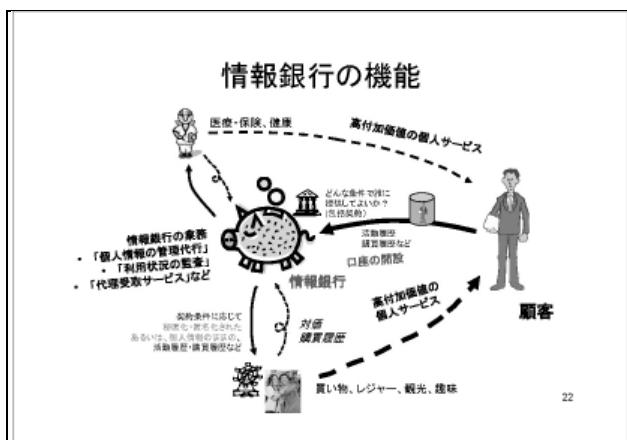
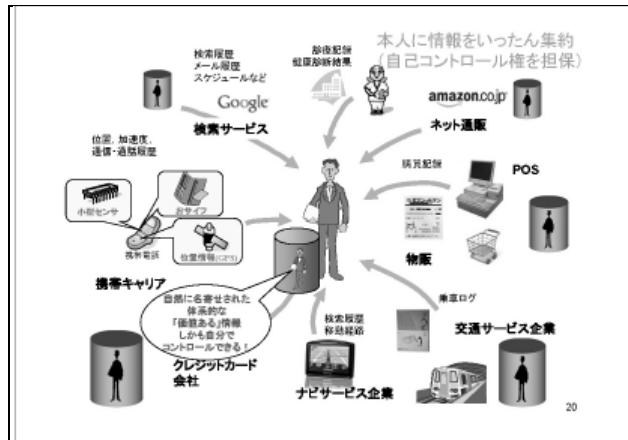
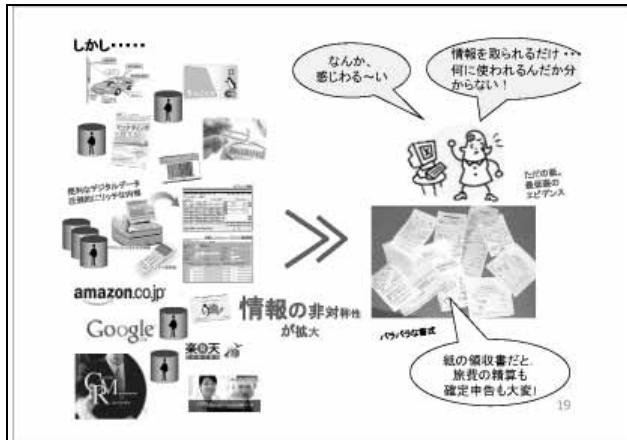


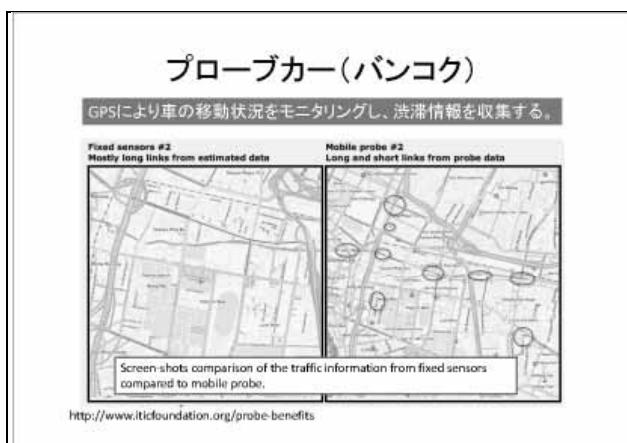
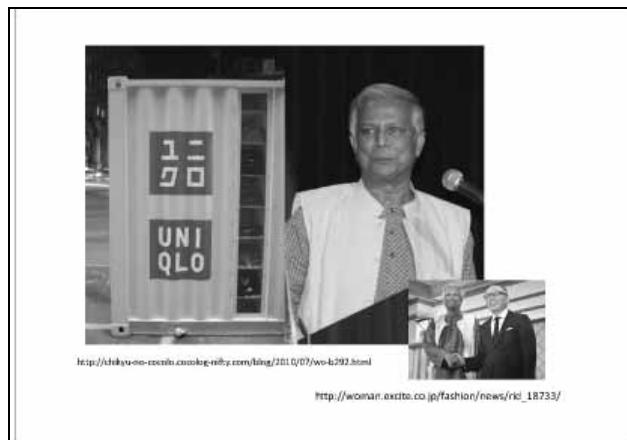
- ### ポイント
- ①. データ・情報の統合・共有基盤は重要な都市インフラシステム。
- データ・情報の統合・共有を通じて、さまざまな都市サービスが互いに連携・協調して、より高度で一貫性のあるサービスを実現する。
 - ②. 場所・時刻で、データとシミュレーションモデルを統合することが不可欠
- 多様なデータとシミュレーションモデルを、位置と場所でリアルタイムに統合(同化)し、状況情報(Common Picture)を生み出す。
- 特にどこで今(将来)、誰が何をしているのか、何に困っているのかといいう「人」情報が重要ターゲット
 - ③. 個々の人に着目したデータの名寄せを、各個人が行う仕組みが必要:「情報銀行」
 - ④. 世界(特にアジア)パッケージとして、(最初から)開発することが必要
- 宇宙、携帯、クラウド











5. 4 山形先生ご講演スライド

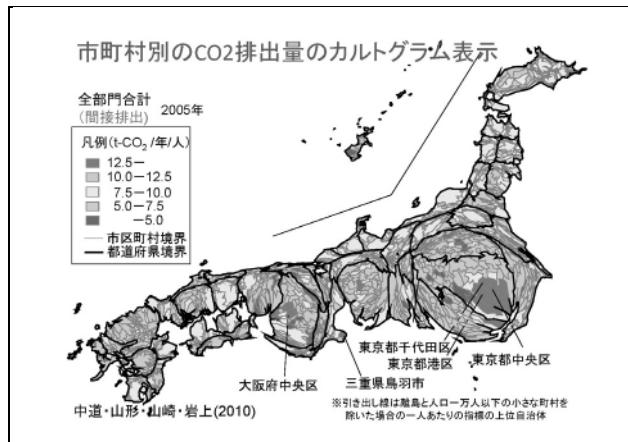
「都市インフラシステムの統合化 (2011年10月22日)」

統合型都市シミュレータの開発： 現状と将来の方向性

国立環境研究所
地球環境研究センター

山形 与志樹

National Institute for Environmental Studies
Center for Global Environmental Research

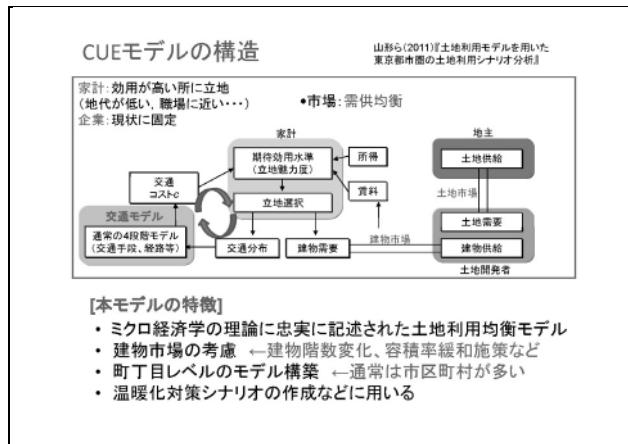
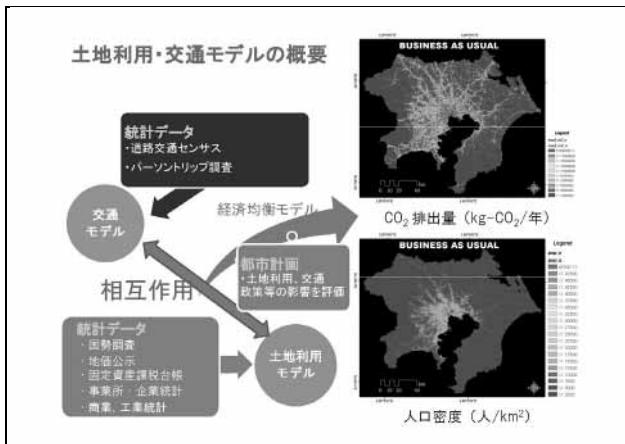


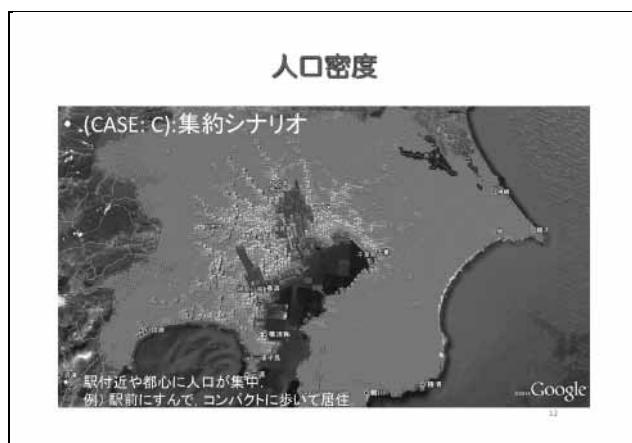
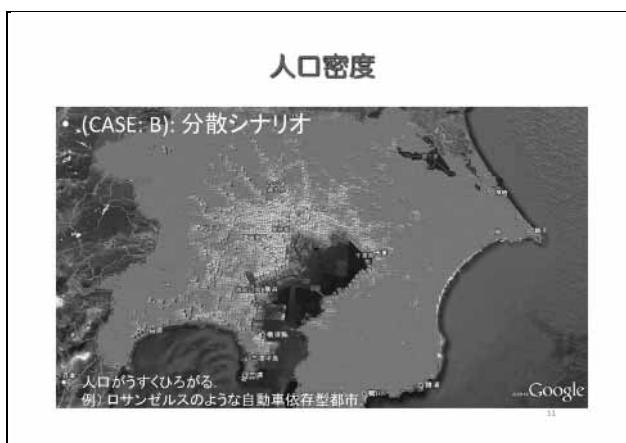
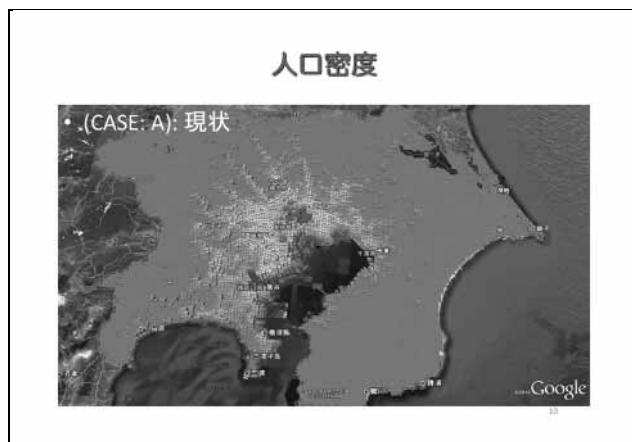
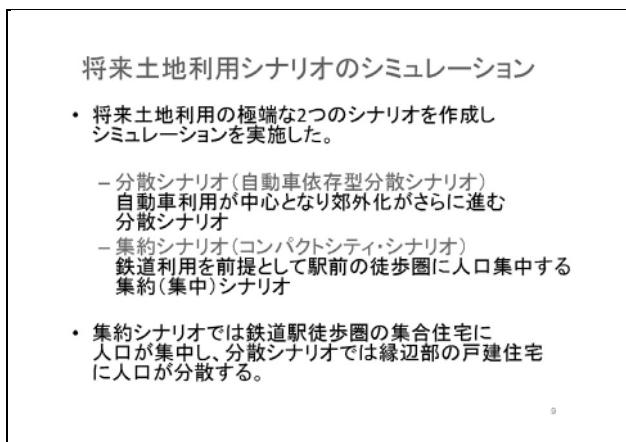
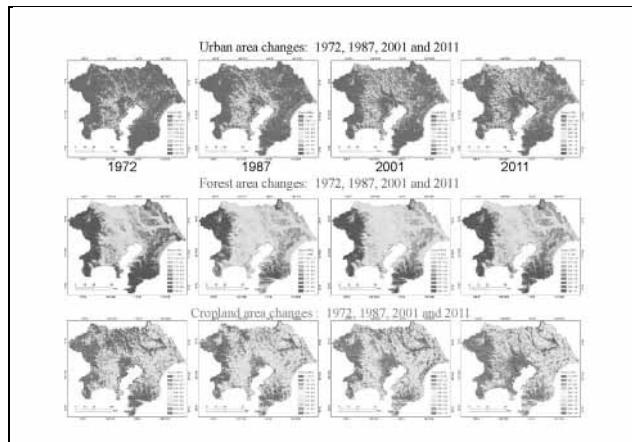
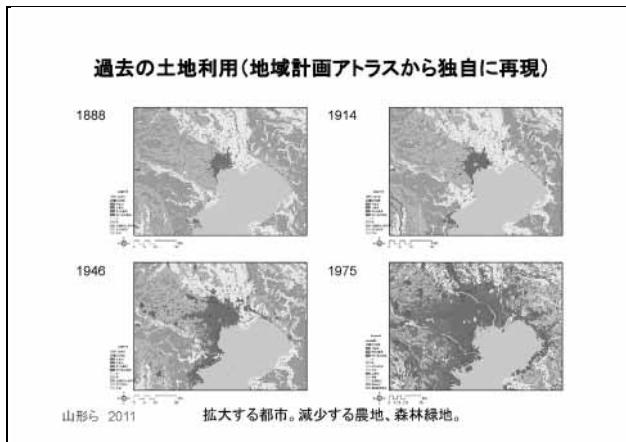
持続可能な都市設計の支援

- 土地利用・交通・エネルギー・システムを統合的に設計・管理することで、持続可能な都市発展が可能となる。⇒ スマートシティー
- スマートシティの設計を支援するために、各種計測情報を組み込んだ都市シミュレーションツールの開発が期待されている。
- 本発表では、都市のリスク管理と温暖化対策の統合的な検討を目的して開発を進めている、土地利用・交通・エネルギーの3要素を統合した「統合型都市シミュレータ」に関して、これまでの成果と今後の構想について概観する。

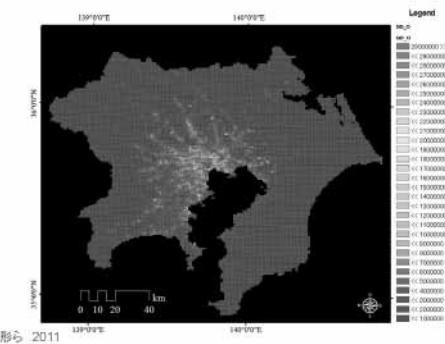
土地利用・交通(CUE)モデルの開発

- われわれのチームでは、独自のCUEモデルを開発し、温暖化対策やリスク管理に有効な土地利用シナリオ(コンパクトシティーなど)を分析する研究を実施中
- 特に、町丁目レベルでの空間詳細なデータを用いて、建物市場を取り扱うモデルであり、最寄駅までの距離を考えて、建築階や床面積の分布などを推定することが可能となった。
- まず、このモデルを用いて、東京都市圏の仮想的な将来の土地利用シナリオを作成してシミュレーションを実施した結果について紹介する

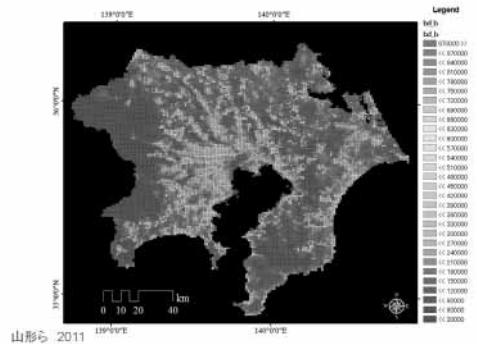




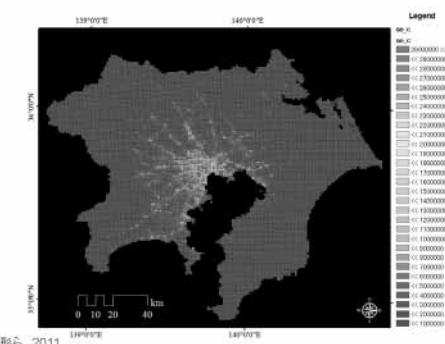
CASE A: 現状の建物密度



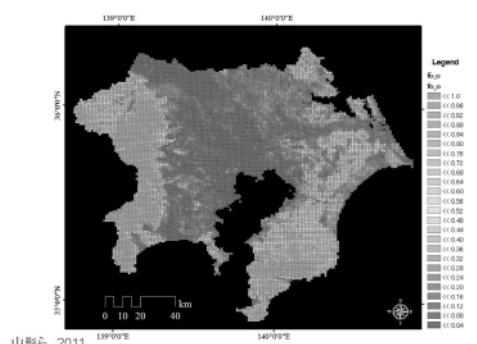
CASE B: 分散シナリオの建物密度



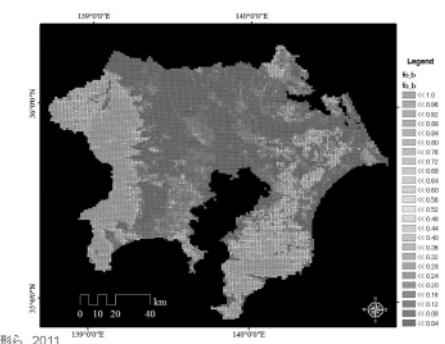
CASE C: 集約シナリオの建物密度



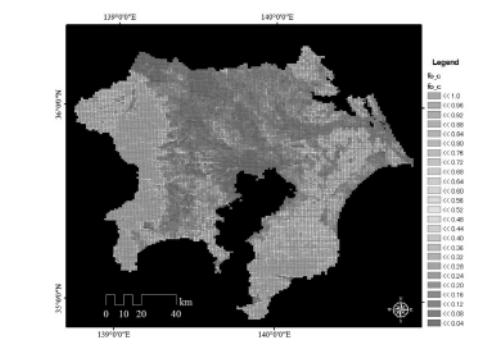
CASE A: 現状の緑被率

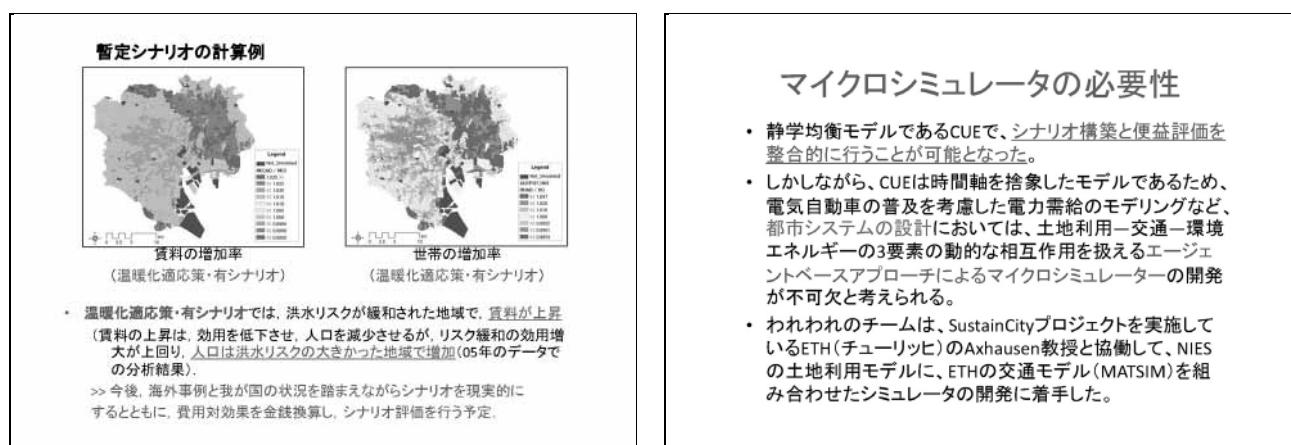
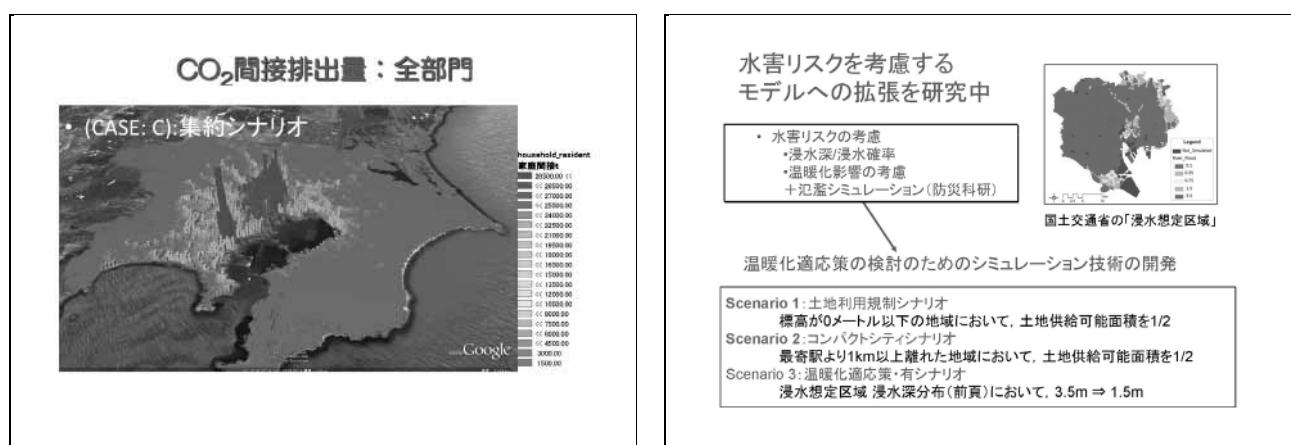
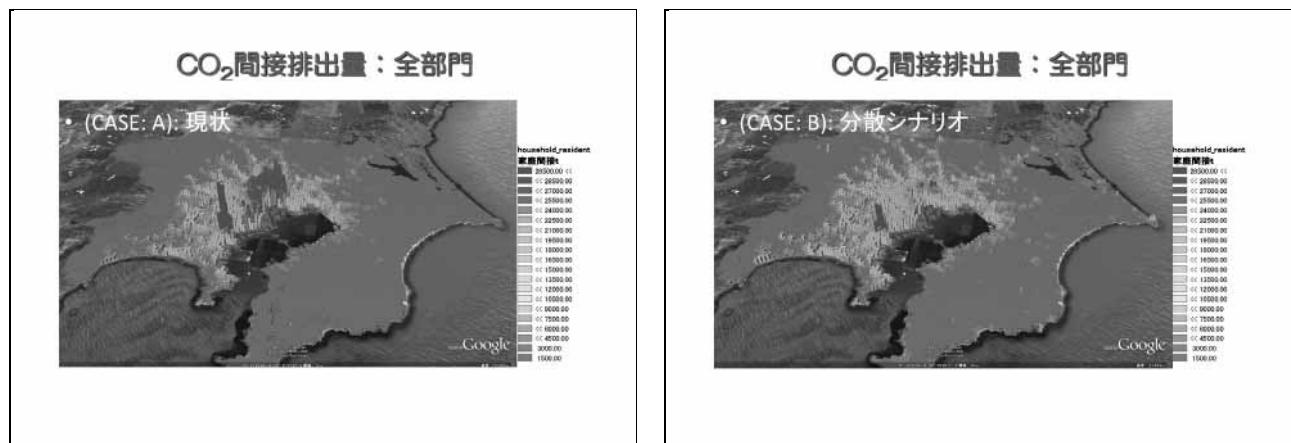


CASE B: 分散シナリオの緑被率



CASE C: 集約シナリオの緑被率



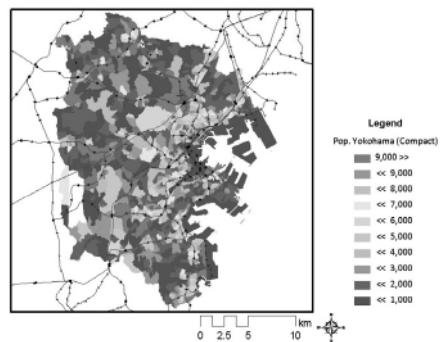


土地利用モデルとエージェントベース交通モデルの統合

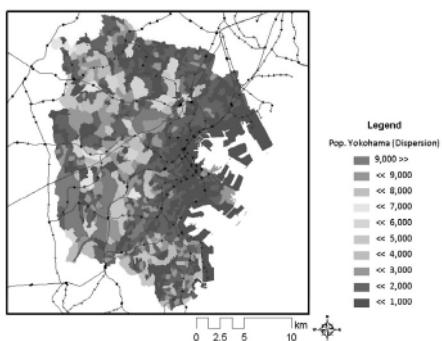
- すでに、IBM東京基礎研究所との共同研究で、CUEモデルから出力されるOD交通需要を、IBM Mega Traffic Simulatorに入力し、各シナリオでの渋滞動向を分析した
- CUEモデルで将来土地利用の予測し、1日のなかの細かい交通変動(15分単位等)を、CUEのアウトプット(人口・交通需要)を用いてエージェントベース交通シミュレータで予測



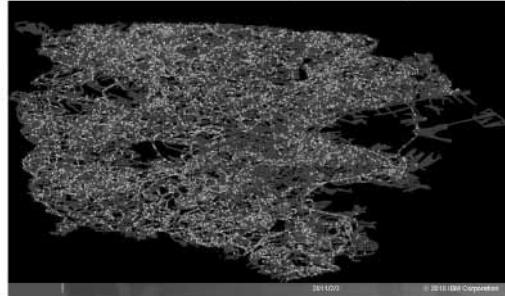
横浜市人口の分布シミュレーション: 集約シナリオ



横浜市人口の分布シミュレーション: 分散シナリオ



シミュレーション・スナップショット (分散シナリオ)

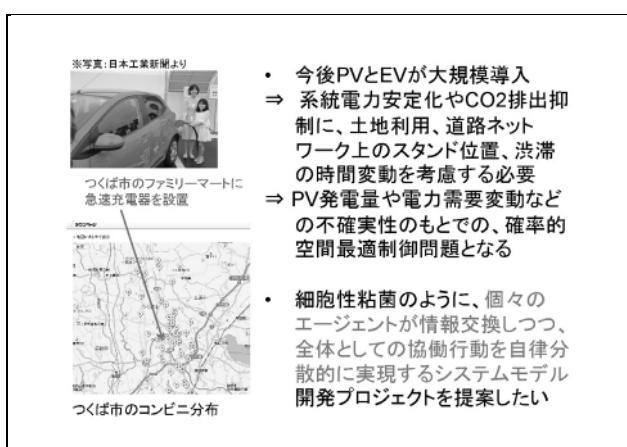
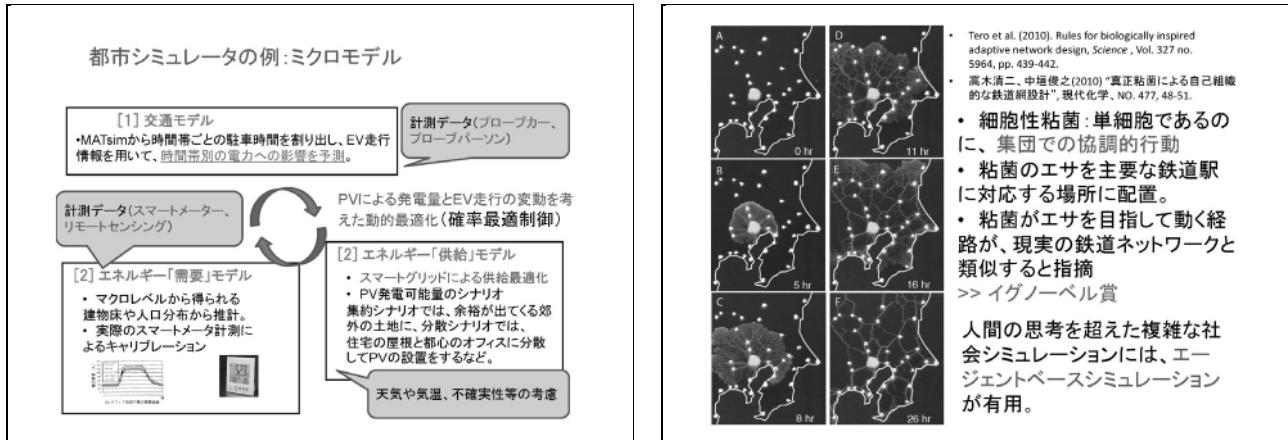


シミュレーション・スナップショット (集中シナリオ)



「計測情報」を同化した統合型マイクロシミュレーションモデル

- 現状では、土地利用・交通に、エネルギーを動的に統合したモデルは存在しない。
- スマートシティーのダイナミックな設計をサポートするシミュレーションを実現するためには、モデル側にも大きなブレークスルーが求められる。
- 「計測情報」をデータ同化し、住宅・オフィスでの電力利用や自動車交通のリアルタイムでの変動を分析するためのシミュレーション技術が必要。
 - PVからの充電や蓄電を考えてEVの走行を動的に予想する交通モデル。
 - PVによる発電やEVによる蓄電を最適化するスマートグリッドを内包するエネルギーモデル。



定式化のイメージ

- PV電力供給の不確実性(天候)、電力利用(天候や気温)、交通選択(EV蓄電池の時間ごとの位置)を考慮しながら、電力価格の制御により、需供ミスマッチ(供給-需要=0)を最小化する(停電リスクの管理)。
- 価格により、電力利用や交通選択が変化するデマンド-レスポンス関数を推定する必要がある。

$$U_i = \min E \left[\int_0^{\infty} \pi(t, u_i(t), p_i(t)) e^{-\alpha t} dt \right]$$

s.t. $\dot{u}_i = f\{u_i(t), \omega_i(t), p_i(t)\}, u_i(0) = \bar{u}_i$

i : ジーン
 π : (供給と需要の差分関数)
 u : 効用(需給ミスマッチ)
 p : 制御変数(電力価格)
 ω : 確率的な要因

おわりに

- リアルタイムの各種計測データを用いて、エージェント行動をシミュレーションする手法を開発するためには、スマートシティ社会実験と連携した研究が重要な機会となる。
- 近未来の事象を予測できるシミュレーション技術は、設計だけではなく管理にも利用できる。
- 例えば、PVの発電量やEVの走行状態をモニターしながら、CO2排出量取引と連動して電力価格を随時調整するなど、低炭素都市の管理にも不可欠なツールとなるであろう。

5. 5 丸山先生ご講演スライド

設計科学としての
システム・レジリエンス

丸山宏
情報・システム研究機構
統計数理研究所
maruyama@acm.org

2011/10/22 Hieoshi Maruyama 1

今回のような震災に立ち向かうためには、災禍の損害から早期の機能回復が可能な技術社会システムを実現するための、レジリアンス工学とも呼ぶべき新分野を確立しなければなりません

東京大学工学系研究科 緊急工学ビジョン・ワーキンググループ「災災後の工学は何をめざすのか」
<http://www.tu-tokyo.ac.jp/e-page/topics/pdf/vision.pdf>

2011/10/08 Hieoshi Maruyama 2

目的:「想定外」に対応すること

想定津波高さ: 5.7m
↓
実際: 14m

Photo: Fukushima No.2 Plant, TEPCO

14mの防潮堤を用意すれば十分か?

2011/10/22 Hieoshi Maruyama 3

Resilience = Resistance + Recovery
Logstaff et al., "Building Resilient Communities," Homeland Security Affairs, Vol VI, No.3, 2010

Tao-cho, Miyagi Pref.
http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index2.cgi?sc1=8742&sc2=&sc3=1574&Page=fed2_view
<http://fullford.jp/blog/2011/04/pic0-205.php>

2011/10/22 Hieoshi Maruyama 4

Resilience = Resistance + Recovery

総コスト
↑
“Resistance”
“Recovery”
→ 事象の大きさ

2011/10/22 Hieoshi Maruyama 5

Restore ... ?

2011/10/22 Hieoshi Maruyama 6



大学共同利用機関法人
情報・システム研究機構
Research Organization of Information and Systems

[Sitemap](#) [Guide](#) [Link](#) [Access](#) [Sitepolicy](#)

[National Institute of Polar Research](#)
[National Institute of Informatics](#)
[The Institute of Statistical Mathematics](#)
[National Institute of Genetics](#)
[Transdisciplinary Research Integration Center](#)
[Database Center for Life Science](#)
[Intellectual property Center](#)

About ROIS
Conducting research that crosses the borders of traditional disciplines is becoming essential to solve important issues in the fields of life, environments and information sciences that greatly impact our lives in the 21st century.

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 8

新融合領域プロジェクト: システム・レジリエンス

4. 値値: 望ましい状態は何か?

↑
Resilient System
2. 自律的レジリエンス 3. 人手を介するレジリエンス
↑
1. 脊威: 想定外の数理

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 9

1. 脊威:「想定外」の数理

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 10

想定外1: 経験済みだが...

Miyako City, Before 3/3, 1933 After

K. Saitake, Earthquake Research Institute, University of Tokyo
http://www.bosai.go.jp/koho/event/report311/img/20110417_03.pdf

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 11

想定外2: 見たことは無いが、来るかも

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 12

想定外3：誰も考えていなかった…



2011/10/22

Hiroshi Maruyama

13



2011/10/22

Hiroshi Maruyama

14

保険：リスク管理の常道

$$\text{期待損失} = p * V$$

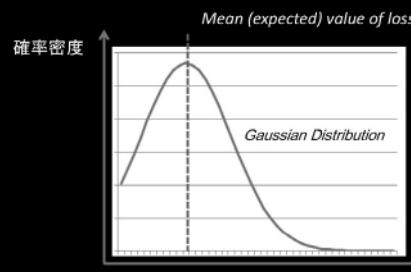
事象が生起する確率
↓
被害額

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

15

ガウス分布ならば期待値は役立つが…

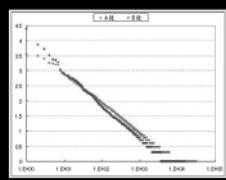


2011/10/22

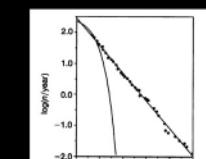
Hiroshi Maruyama

16

複雑な系では、ベキ分布が観測されている



Web site traffic vs Search Keywords
<http://gitanez.seesaa.net/article/22472562.html>



Distribution of earthquakes in the New Madrid zone in the southeastern United States during the period 1974-1983, collected by Johnson and Nava. P. Bak and M. Paczuski, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol 92, 1995.

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

17

ベキ分布のテールはずっと太い！



$$\int x^{-1} dx = \infty$$

→ 現在の確率・統計の理論では扱いづらい

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

18

複雑系科学の必要性



2011/10/22

Hiroshi Maruyama

19

例：自己組織化の臨界

Sepp Hasselberger, "What Really Killed the Dinosaurs?"
http://www.onmedienexplorer.org/foto/2007/10/23/what_really_killed_the_dinosaurs.htm

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

20

2.自律的レジリエンス 自然界から学べるものは？

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

21

Biodiversity



Above: Different types of ecosystems, from left: Tropical vegetation on the bank of River Tortuguero in Costa Rica, a stream with hippos running through the low land of Mpumalanga in South Africa, and daisies blossom in the West Coast N.P. in South Africa.

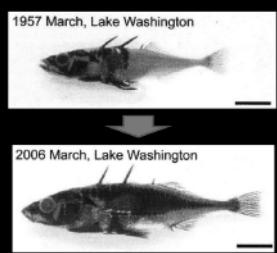
Biodiversity - What, Why and How?
<http://ecoman.dk/biodiversity.htm>

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

22

生物のレジリエンス: イトヨの場合

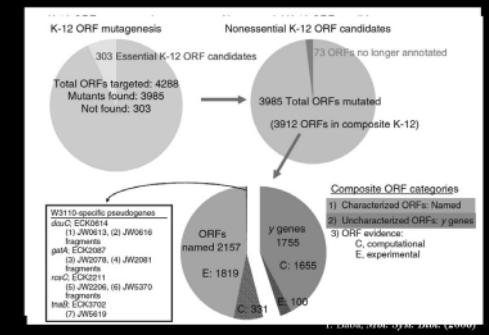
J. Kitano, et al., "Reverse Evolution of Armor Plates in the Threespine Stickleback,"
Current Biology 18, 2008.

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

23

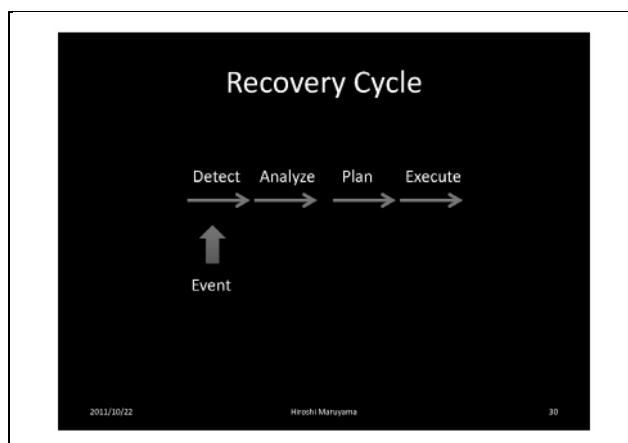
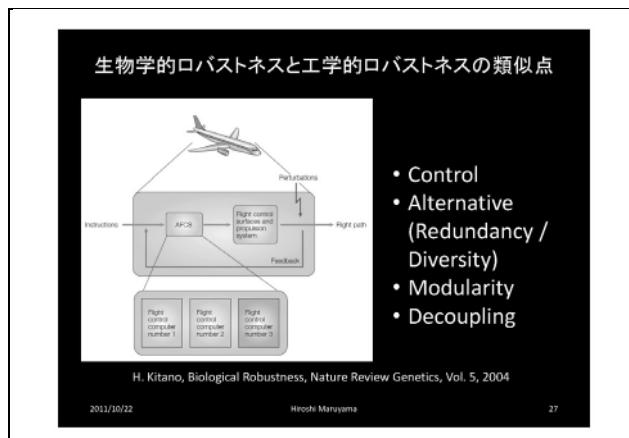
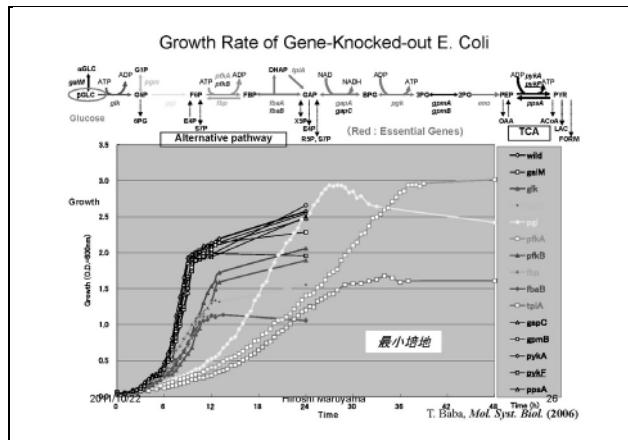
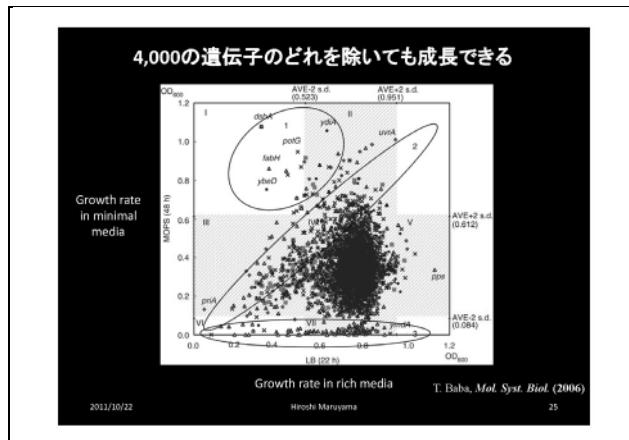
大腸菌の場合



2011/10/22

Hiroshi Maruyama

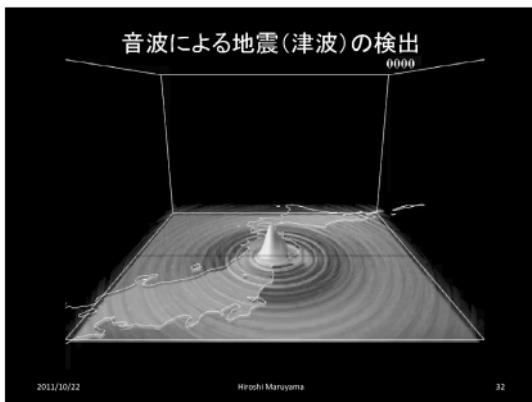
24



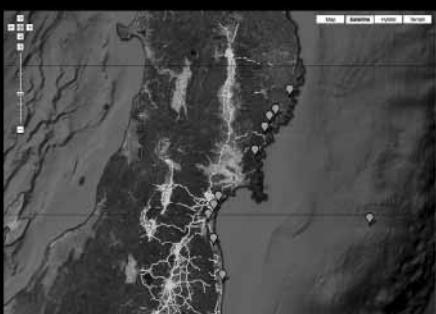
包括的核拡散防止条約のセンサー網: 337施設



音波による地震(津波)の検出



ホンダインターナビによる、震災後道路通行実績情報



危機対策室の例



4. 価値: どのような社会に向かうべきか

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

35

異なる価値観

- ・宮城県 - 強い産業・経済
- ・岩手県 - 「いのちを守り海と大地と共に生きる」

2011/10/22

Hiroshi Maruyama

36

住民参加型都市計画

Kansas City's comprehensive plan
FOCUS (From Our Comprehensive Urban Strategy) is Kansas City's comprehensive plan. It is a long-term vision for the future of the city and its surrounding metropolitan area. The plan aims to create a sustainable and vibrant community that can support the growth and development of the entire community. The goal is to make Kansas City a thriving, people-centered community and a successful model for other American cities to follow in the future.

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 37

PPP 2.0 - ITによる住民参加型街づくり
Compass Blueprint, Southern California

Scenario Options
Visualize
City Modeling and Simulation
Trade-offs, Possible Scenarios
Low carbon, safe, QoL, ...
⇒ Accelerate dialogues via IT

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 38

システム・レジリエンス：領域融合が鍵

1. 音威・想定外の教訓
2. 法律的レジリエンス
3. 人手を介するレジリエンス
4. 望ましい状態は何か?

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 39

Resilience means our survival
Science and engineering play key roles

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 40

Thank You

2011/10/22 Hiroshi Maruyama 41

5. 6 古田先生ご講演スライド

サービスシステムとして見た 都市インフラのレジリアンス

東京大学 工学系研究科システム創成学専攻
古田一雄、菅野太郎

Department of Systems Innovation

都市インフラシステム

- ・ システムとは?
 - 構成要素、相互関係、全体秩序
 - 「システムとはものの観方である。」
- ・ 都市インフラの観方
 - 道路、電気、ガス、水道、通信、…
 - ネットワーク(設備と接続)
 - 外乱に対して脆弱なもの(信頼性)
 - 相互に依存するもの
 - サービスの提供基盤

若い女性／老婆?

Department of Systems Innovation

震災時の透析医療サービス

- ・ 2~3日に1回の治療が必要
- ・ 複数の都市インフラに依存
 - ダイアライザ、水、電気、技師
- ・ 東京で30,000人の慢性患者
- ・ クラッシュシンドロームによる急性患者
 - 阪神淡路大震災で約200人
- ・ 震災時の脆弱性が高い

Copyright(C) 2000 - Taro KANABE All Rights Reserved

Department of Systems Innovation

サービスシステムモデル

サービス・人の活動 ⇒ マルチエージェントモデル

- 患者
- 病院
- 救護所
- 本部
- 修復チーム

インフラ ⇒ ネットワークモデル

- 道路
- 水道
- 電気
- 電話

Copyright(C) 2000 - Taro KANABE All Rights Reserved

Department of Systems Innovation

エージェントモデル

・ 患者	・ 救護所
➢ タイムリミット、移動スピード	– 本部に患者数連絡
– 待機、移動(救護所、病院)	– 指示に従って患者移送
・ 病院	– (近隣病院へ移送)
➢ ダイアライザ、電気、水	・ 修復チーム
– 治療	➢ 能力、移動スピード
– 本部へ受け入れ数連絡	– 道路上に沿って移動、修復
・ 本部(透析ネットワーク等)	
– 移送計画立案(線形計画法)	
– 救護所、病院に計画連絡	

Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2000 - Taro KANABE All Rights Reserved

インフラモデル

各例

connected	---
Disconnected
Hospital	+
Aid-station	●
Water	●
Electricity	○
HQ	○
Recovery team	+

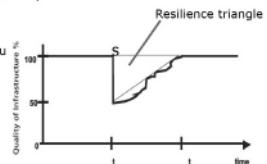
Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2000 - Taro KANABE All Rights Reserved

レジリアンス

- 外乱に対して機能を維持しながら効率的に回復できるシステムの彈力的な性質(弾力性、回復力、しなやかさ)
 - 損害を避ける・損害を軽減する(robust)
 - 想定外の外乱に対応する(responsive)
 - 回復する(recovery)

Resilience triangle (Bruneau)
Small RTriangle (S) = High Resilience



Department of Systems Innovation

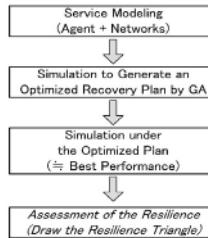
Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

レジリアンス評価の手順

1. 目的駆動の影響
 - 患者スピード(Infra-only)
 - 生齊患者数(service-only)
 - 両方考慮(hybrid)

2. 戻る患者行動指針の比較
 - 情報を得るまでランダム
 - まずかかりつけ病院へ

3. 備蓄量の影響
 - 0-1 day stock

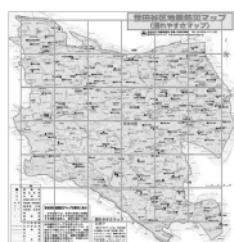


Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

シミュレーション設定

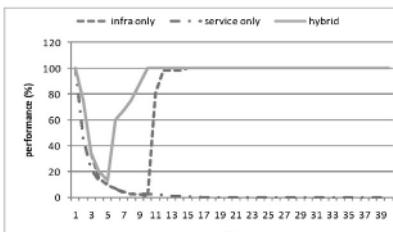
Parameter	Initial settings
患者	1600人、タイムリミット、配置:ランダム
病院	17病院、病床数に合わせて備蓄
救護所	18か所、指定小中学校
修復チーム	各インフラに5チーム、配置、能力:ランダム
被害	76% ランダムに被害
シミュレーション時間	40 days (step)



Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

評価関数による違い

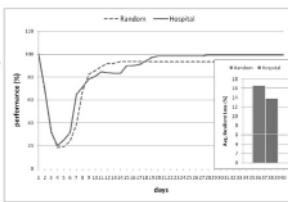


Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

患者行動による影響

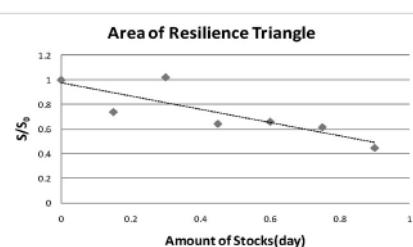
1. ランダム
 - 情報を得るまでランダム
 - 待機、近隣病院、近隣救護所
2. かかりつけ病院
 - まずかかりつけ病院へ
 - 距離を考慮して割振り



Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

備蓄量による影響



Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2008 - Tets KAMIO. All Rights Reserved

結果の考察

- ・インフラ-人を考慮したfitnessによるレジリアンス向上
 - サービス・人の活動とインフラ被害の間に相互依存性がある
 - インフラの回復 ≠ サービスシステムの回復
- ・課題
 - どのような評価指標を用いて修復計画を最適化するか
 - どのパラメータでresilience triangleを描くか

Department of Systems Innovation

Copyright(C) 2009- Taro KAMIO. All Rights Reserved

東日本大震災後のRTの評価

- ・レジリアンスの評価指標をどうすべきか?
 - インフラのRTの総合的評価はどうすればよいか
⇒ マズローの欲求段階説
 - 個人ごとに異なる状況をどう反映するか
⇒ ペルソナ手法
- ・東日本大震災に関する公開情報だけを使って、インフラの総合的RTを評価

Department of Systems Innovation

マズローの欲求段階説

- ・生理的欲求
 - 飢餓・渴き・疲労・睡眠不足・痛みなどからの解放
- ・安全の欲求
 - 安全・安定・保護・秩序・不安・恐怖・混乱からの解放
- ・社会的欲求
 - 愛情・集団への所属・孤独・追放・拒否からの解放
- ・承認の欲求
 - 自己に対する高い評価・尊敬・威信・出世・自尊心
- ・自己実現欲求
 - 自己の確立・目標達成・本性への忠実

Department of Systems Innovation

評価指標の階層分解

階層	項目	対象	階層	項目	対象
生理的	飲料水 食料 睡眠環境 医療環境	水道、給水車 商店、配給 自宅、避難所 病院、救護所	社会的	プライバシー 仕事 親族 固定資産	自宅or避難所 勤務先 親族 自宅、自動車など
安全	電気 水 ガス 情報 移動手段 燃料 食料 日用品 気温	電力 水道 都市ガス インターネット、TV 自動車、公共交通 ガソリンスタンド 商店、配給 商店、配給 天気			基本データまで分解した後、上位階層項目の重要度を被災者の体験に基づいて重み付け

Department of Systems Innovation

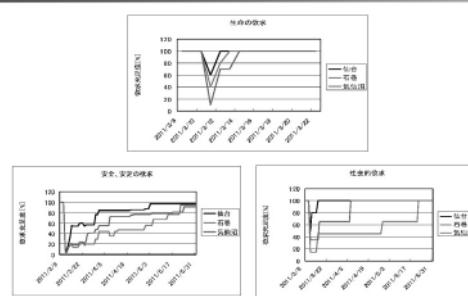
個々の被災者ごとの評価

- ・ペルソナ
 - 具体的で詳細な特性を持つ架空のユーザモデル
 - 平均像、典型例ではない
- ・特徴的な被災者のペルソナを作成
 - 今回は被災者の手記等を参考に

【ペルソナの例】	
年齢:	40代
性別:	男性
住所:	仙台市太白区のマンション
家族構成:	妻と二人暮らし
健康状態:	良好(血圧が少し高く常備薬を服用、数日間は服用しなくて特に影響なし)
職業:	自営業

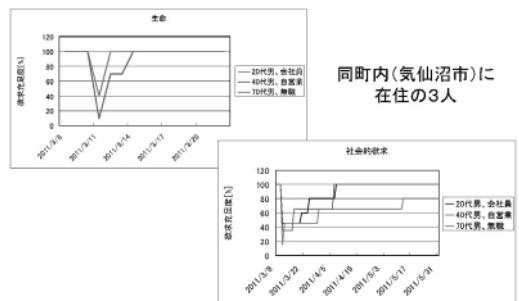
Department of Systems Innovation

評価結果(1)



Department of Systems Innovation

評価結果(2)



Department of Systems Innovation

同町内(気仙沼市)に
在住の3人

今後の課題

- 都市インフラサービスの評価指標
 - 誰にとってのインフラサービスと考えるか
- 都市インフラのシステムモデル
 - 人・組織の活動までも考慮した相互依存性
- レジリアンスを最大化するための運用計画
 - 事前の想定を必要としない計画作成の方法論
- 意思決定を行うための情報技術
 - 集中階層型ではなく自律分散型

Department of Systems Innovation

5. 7 山川様ご講演スライド

設備別の地震防災対策の基本的考え方

緊急

低圧導管

- ・大地震の際は被害発生の可能性
- ・防災システムSUPREME導入による、2次災害防止に注力
- ・PE管入替により耐震化向上

中圧導管

高圧導管: 808km
予防 中圧導管: 6,266km

製造設備、高中圧導管

- ・耐震性の高い設備設計
- ・製造／高圧 耐震化率100%
- ・中圧 耐震化率 99%

復旧

低圧導管: 46,123km

TOKYO GAS

7

(1)設備対策の一例: 高中圧導管(溶接鋼管)

高中圧導管の耐震設計
(震度7クラス(L2地震動)に耐えうる構造)

東日本大震災においても高い供給信頼性を確認

8

TOKYO GAS

II. 緊急対策①: まずは、お客さまの安全確保

- ◆マイコンメーター(全家庭に設置済み)がガス供給をSTOP
 - 有事の際、ご家庭内へガスを供給しない
- ◆大きな地震(震度5相当の揺れ)を感じたときに自動で遮断
- ◆平時には、ガス漏れ監視・遮断機能
 - 异常に大量のガスが流れたとき
 - 异常に長時間ガスが流れ続けた
- ◆お客さまの操作で簡単に復帰

9

TOKYO GAS

II. 緊急対策②: 二次災害防止ならびに供給停止エリアの極小化のために導管網をブロック化

- ◆被害が大きい地域のガス導管網(ブロック)を切り離し、面的にガスの供給を停止
他への影響、二次災害を抑止
- ◆被害が少ない地域のガス供給を継続するために地域ブロックを形成
 - 低圧導管網のブロック (140ブロック)
約7万件/ブロック
常時ブロックを確立
 - 中圧導管網のブロック (15ブロック)
約10~130万件/ブロック
遠隔操作でブロック形成

10

TOKYO GAS

超高密度リアルタイム地震防災システム
SUPREME=Super-dense Realtime Monitoring of Earthquakes

速やか・高精度の低圧導管の被害把握により「ロック内のガス供給停止」

世界でも類を見ない超高密度に設置された地震計
×4,000箇所

世界最高レベルの地震防災システム

超高密度地震情報報をフル活用し、高精度な被害推定を実現

制御技術 計測技術 地震工学 通信技術 システム技術

11

気象庁観測点と「新SIセンサ」の密度の比較

- >地震計と遠隔監視装置を約4,000箇所に設置
- >ガスの圧力、流量についてもモニタリング可能
- >1km²に1箇所以上の高密度な情報

2007年10月時点観測点: 約4,200点@全国
(気象庁ホームページより)

12

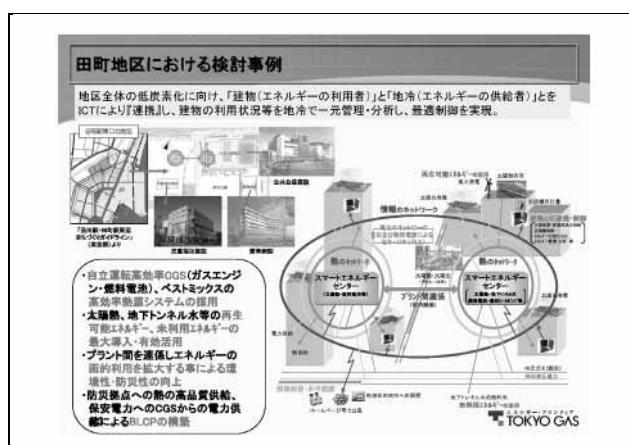
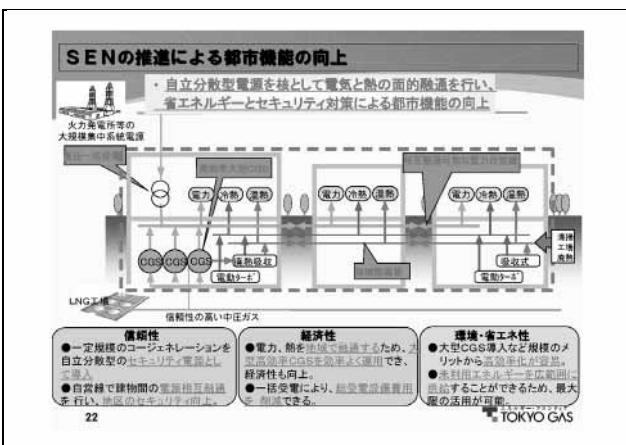
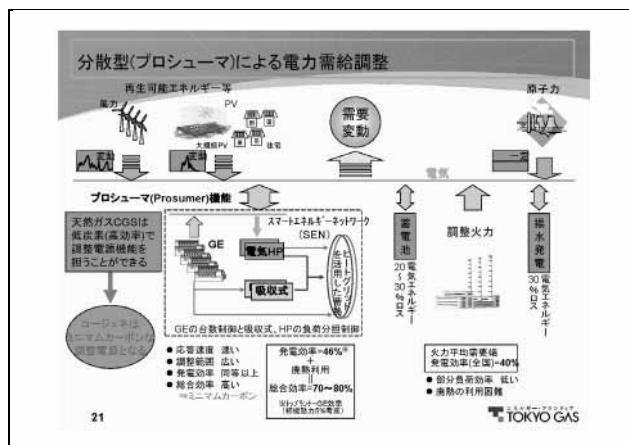
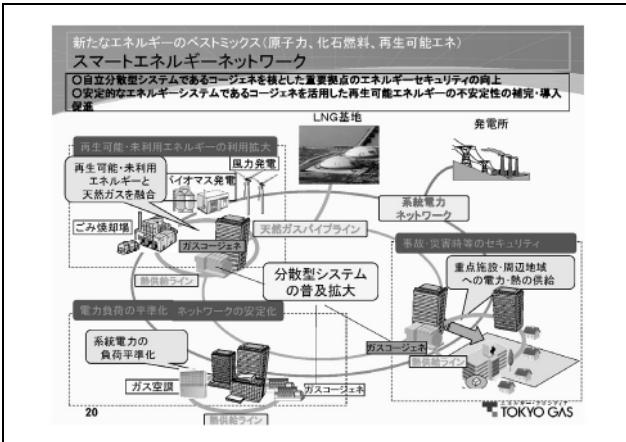


Contents

- 1 都市ガス事業の概要
- 2 東京ガスの地震防災システム
- 3 スマートエネルギー・ネットワーク

19

TOKYOGAS



新たなエネルギー・システム構築に向けた課題・取組

- 1. 原発に大きく依存しない新たなエネルギー・ベストミックス実現**
 - 再生可能エネルギー導入と天然ガスの高度利用によるベストミックス推進とデマンドサイドマネジメントの強化（省エネ、節電、電力負荷平準化対策も含めた総合的な対策の推進）
- 2. 分散型のエネルギー・システムによる新たなエネルギー・システムの実現**
 - 大規模集中型ネットワークと分散型エネルギー・システム（ソーラーパネル、燃料電池、再生可能エネルギー、未利用地エネルギー）の協調による全体最適化
- 3. 中長期（セカンド・長中期・成長戦略等）を視野に入れた次世代エネルギー・社会システムの構築**
 - 集中と分散、需要と供給、電気と熱等多様な対策を総合的に統合するスマート化の推進
- 4. 強靭な賃貸構造の構築**
 - ①上流から下流までのエネルギー・バリューチェーンの強化、②ネットワークインフラ強化、③エネルギー・システムの多層化
- 5. 防災機能を高めたスマートコミュニティの推進（東北復興まちづくり、大都市圈高機能化等）**
 - コンバクトシティ化
 - 重要施設・防災拠点を中心とした高機能なスマートコミュニティ（セキヨリティ対策を強化したエネルギー・センター、セキヨリティ形成へ）

エネルギーのベストミックス・集中型と分散型の全体最適システムによるデマンドサイドセキュリティと低炭素化を達成する「スマートエネルギー・ネットワーク」構築



5. 8 天野様・坂内先生提供スライド

交通インフラと都市システム

坂内正夫(国立情報学研究所)
天野肇(ITS JAPAN)

坂内、天野両氏の了解を得て、両氏からの資料を基に
安岡(JST/CRDS)が代理発表

**目的解決型のIT統合基盤技術研究開発に向けた
フィージビリティスタディ
基本構想**

2011年7月20日
坂内正夫
国立情報学研究所

情報科学技術委員会(第72回)資料より

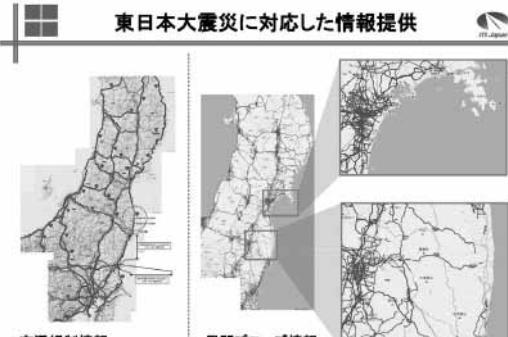
COCN(Council on Competitiveness)
レジリエントエコノミー研究会資料より

**生活と地域を支える
情報・エネルギー・モビリティのあり方**



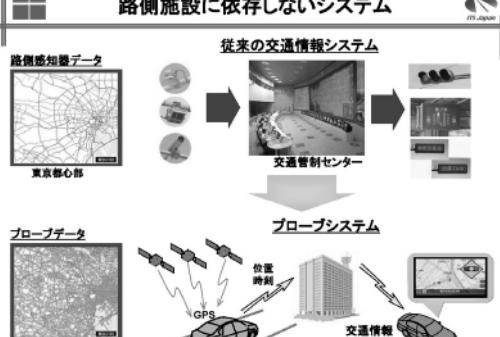
平成23年9月6日
特定非営利活動法人 ITS Japan
専務理事 天野 肇

東日本大震災に対応した情報提供



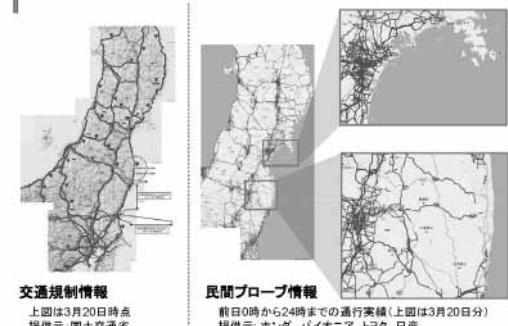
4

路側施設に依存しないシステム

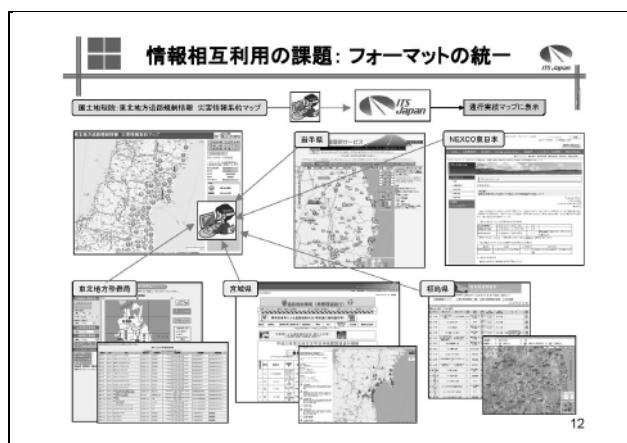
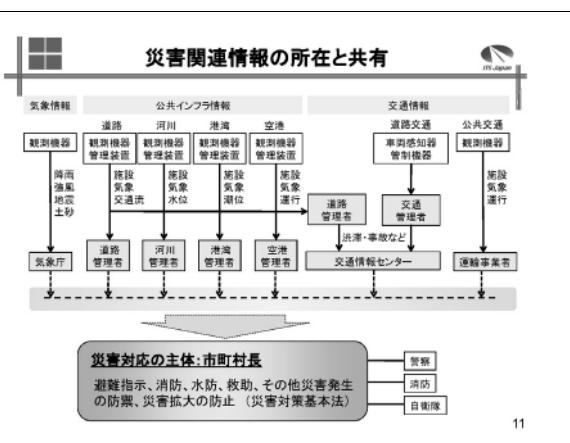
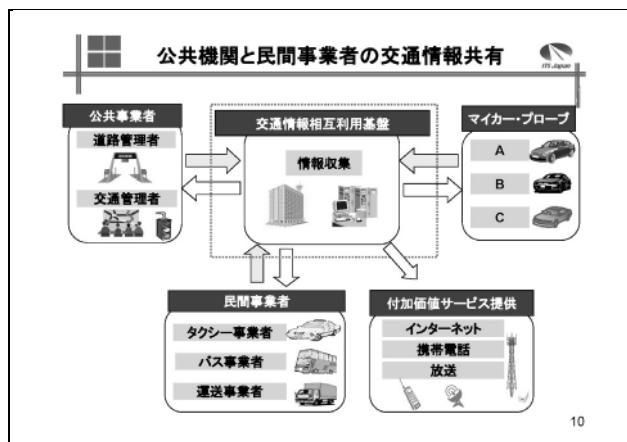
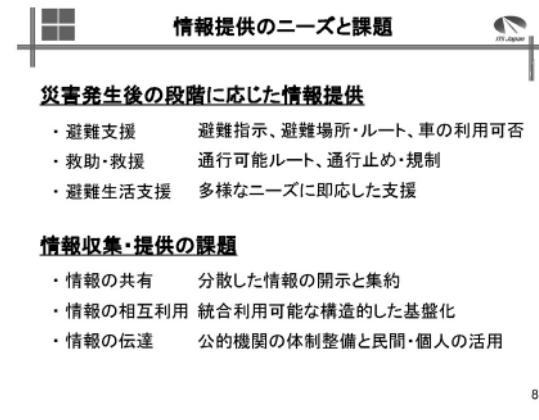


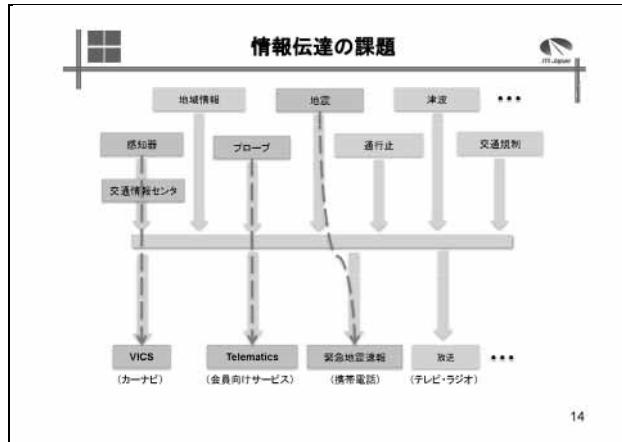
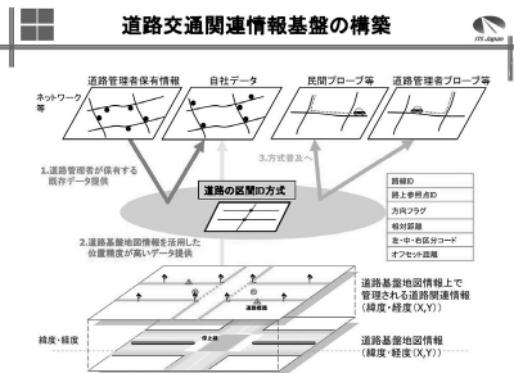
5

東日本大震災に対応した情報提供



6





情報システムの構造変化

		従来型: 公的機関など (交通管制システムなど)	トレンド: 個人向け・参加型 (投稿サイト、ツイッターなど)
信頼性 プライバシー	固いシステム 提供者の社会的責任	柔らかいシステム 利用者の自己責任	
構造	専用システム 機器・組織	事業者 プラットフォーム 利用者 情報、アプリケーション	
新技术 新サービス	遅い 合意形成・技術検証	早い 問題あれば撤退	
課題	対応能力の限界 社会変化 膨大な情報 きめ細かなサービス	信頼性・信憑性の確保 デジタルハイブリッド対策 使えない・判断できない 意図の利用阻止	

15



**目的解決型のIT統合基盤技術研究開発に向けた
フィージビリティスタディ
基本構想**

2011年7月20日

坂内正夫

国立情報学研究所

情報科学技術委員会(第72回)資料より

今、公的研究機関のなすべきこと

研究開発が問われている！

「やれる研究」
から
「やらねばならぬ研究」へ

☆ 我が国を覆っている不安：
ここ数年、日本が危ない！
これを何とかしなければならない

☆ 更に文科省としては、
今をなんとかし、しかもそれが中長期的研究方法にも発展することが重要

☆ 目的解決型IT基盤
→ 今、やるべき目的の最たるものは、防災、グリーン
→ 中長期の方向、我々の提案のポイント

CPS:
実世界を映すセンサ
情報を統合し、高度
な処理により目的を
果たす

坂内先生資料より

Cyber Physical Systems

先行普及センサ群 (EES:Early Expanding Sensors) 具体例と活用可能性(1)

- ① 「車」現況センサ:
・「プローブカードーダ」
・車載カメラセンサ
- ② 「人」現況センサ:
・携帯電話DPI
・スマートフォン等、位置情報アプリケーション
・ICカード

坂内先生資料より

先行普及センサ群 (EES:Early Expanding Sensors) 具体例と活用可能性(2)

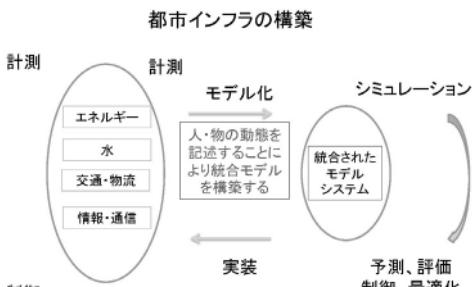
- ③ 「物流」データ
・ICタグ等
- ④ 「建物、ビル活動状況」/電力インフラ
・スマートメータ、スマートタップ
- ⑤ 道路現況:道路監視カメラ等

坂内先生資料より

先行普及センサ群 (EES:Early Expanding Sensors) 具体例と活用可能性(3)

- ⑥ 通信インフラ:
・トライフィック情報
- ⑦ 鉄道インフラ+人:
・SUICA・PASMO
- ⑧ その他現況記述のための広義センサ
・TV放送、ラジオ放送
・Twitterやネット情報
・気象情報等、自然現象センサ群
・他

坂内先生資料より



5. 9 パネルディスカッションご講演スライド

●船橋様

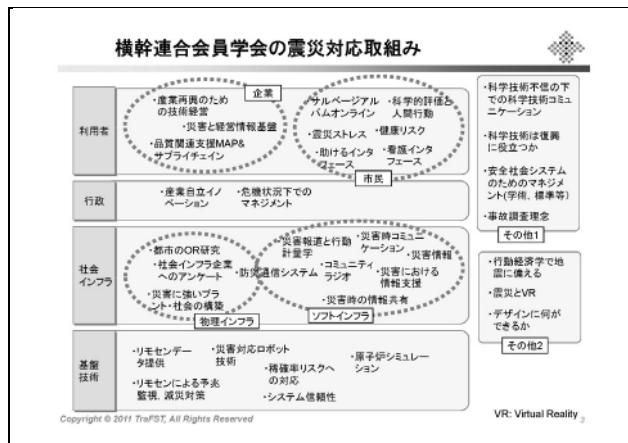
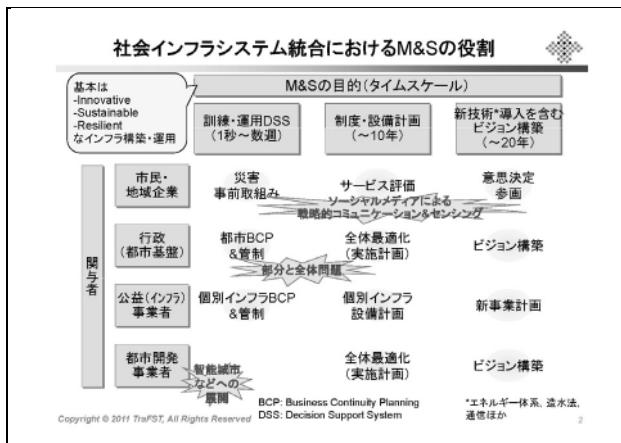
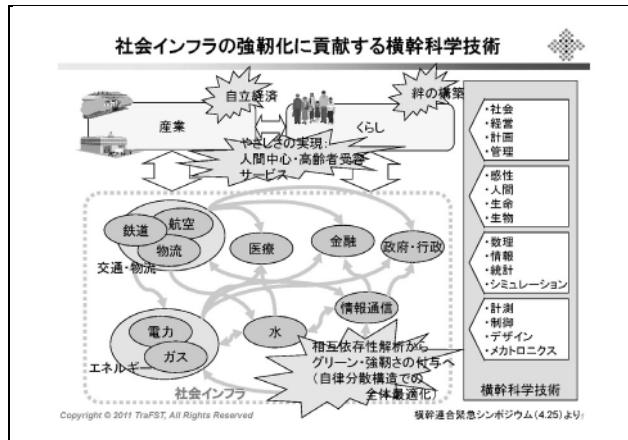
JST・CRDS都市インフラシステム統合化WS(2011/10/22)

都市インフラシステム統合における モデリング＆シミュレーション(M&S)

NPO法人 横幹連合
(特定非営利活動法人 横断型基幹科学技術研究団体連合)

船橋誠壽
funabashi@trafst.jp

Copyright © 2011 TraFST, All Rights Reserved



●出口先生

JST-CRDS
都市インフラシステムの統合化ワークショップへの
コメントと問

出口光一郎
東北大学
2011.10.21



都市は壊滅する—3.11を経験して 一瞬で何も無くなる都市



都市は安定な存在なのか

- ・環境(地理、地勢)依存か、非依存か？
- ・エネルギー源が都市生態圏内部にあるのか、外部か、
すなわち、生き残れるのか？
- ・自立してるところほど、壊れやすい？
バックヤードとしての農村、漁村、林村の存在
産業のサプライチェーン
水平分業—周辺の異種地域、遠隔都市との連携
...
- ・そもそも、都市は確固たる存在に向かっているのか、
破滅に向かっているのか？
などの根源的な問いが生じている。

都市は不安定な存在なのか

- ・都市インフラの強化 ⇔ 都市の機能の強化
 - ・都市の機能 ⇔ 住みやすさ or 効率
 - ・住みやすさ or 効率 ⇔ 自然の脅威
- という構図の中で、
- ・都市インフラの強化は、都市の安定性を増しているのか？ 不安定さを増しているのか？

陸前高田市の事例



- 1955年(昭和30年)
高田町、気仙町、広田町、小友村、米崎村、矢作村、竹駒村、横田村が合併
→現在でも旧町村のまとまりは強く「町と村の連合体」と呼ばれていた。

陸前高田市の津波被害状況



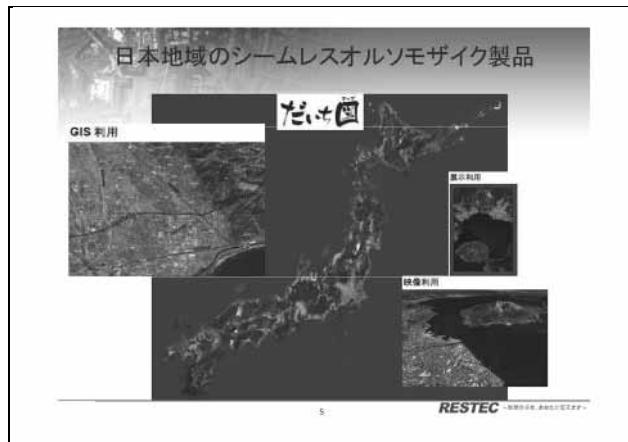
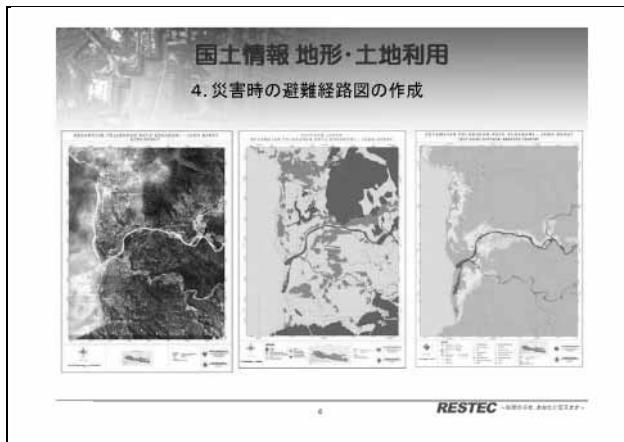
- 人口比で最大の死亡者
- 前田町のみが浸水被害なし
- 前田町は、地区内支援、地区外支援、支援者への支援で大きな貢献

陸前高田市前田町

- 「限界集落」: 6割が農家。65歳以上が4割。
経営耕地の88%が、1ha以下。3ha以上の耕地は存在しない。
⇒ 零細農家
- 復興計画からは除外

前田町の都市のバックヤードとしての役割は、何だったのだろうか？

●松浦先生



**だいち標高データ製品活用事例
-GIS・MR(ミクストリアリティ)技術との融合-**

MRとGISとの融合により容易な理解へ

東日本大震災における取り組み事例

衛星画像地図(阿武隈川周辺:拡大)

**災害に強い都市作り
～宇宙インフラの活用～**

観測、通信、測位の機能をシームレスに活用

RESTEC事業展開
～2011年6月1日に一般財団法人へ移行～

シングルソース事業

- 地球観測、リモートセンシングに関する調査、マッピング、データ収集、蓄積
- 地図などを用いたリモートセンシングに関する二次調査、分析

キャビンシティ・ビューティング事業

- 地域に特けるリモートセンシング技術に関する調査、蓄積
- 施設整備に対するキャビン・ビューティング

リモートセンシング技術開発

- リモートセンシングデータの収集・蓄積、アルゴリズム開発、ソフトウェア開発
- 地図プロセッサ開発、映像センサ開発

リモートセンシング技術開発

- 国内・海外産業データの収集、整理、保管等
- 地図地図システムの開発及び運用

RESTEC - おまかせこそ、あなたのビジネス

●飯野様

下記の参考文献を参照

篠原哲也、松井祥子（2011）、東芝レビューVol.66 No.8、震災復興におけるコミュニティ作りへの取組み

高木喜久雄、竹田大輔、飯野穰（2011）、東芝レビューVol.66 No.8、災害に強い電力供給インフラを実現するスマートグリッド技術

●藤田先生

JST-CRDS科学技術の未来を展望する戦略ワークショップ
「都市インフラシステムの統合化」パネルディスカッション
話題提供資料 平成23年10月22日

地域特性を活かす 環境都市の計画支援システム研究

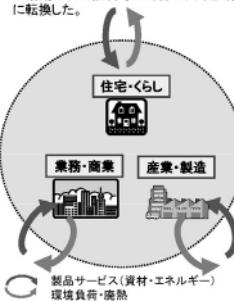
(独)国立環境研究所
環境都市システム研究プログラム総括
名古屋大学連携大学院教授
内閣府環境未来都市有識者懇談会委員長

藤田 壮(fujita77@nies.go.jp)

地域の特性を活用する低炭素環境モデル地区

20世紀型都市・地域

産業化、巨大都市化、国際化によって地域の活動は化石燃料等の外部の広域依存型に転換した。

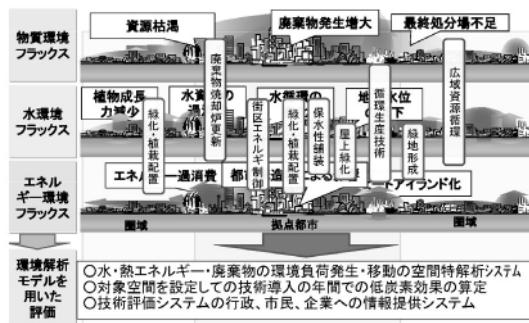


21世紀型都市・地域

地域の産業資源、社会資源、環境資源を活用することで、効率の高いコンパクトな都市地域を実現(緊急時に自立性を高める)

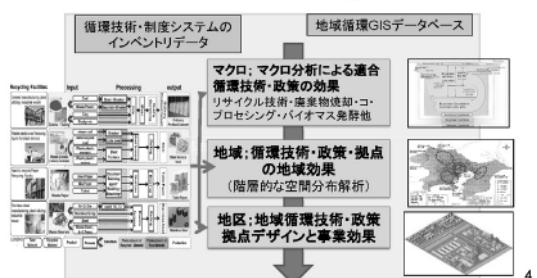


統合型都市インフラ研究の視点(1) 分野横断的な都市機能、環境機能の空間効果の同定



統合型都市インフラ研究の視点(2) マルチスケールの技術・政策の計画・評価研究

地域環境改善、温暖化負荷削減など、直接・間接経済効果を階層的に評価するプロセスの検討。都市インフラ設置と近接する都市活動セクターとの連携も視野に入れて、循環型都市再生地区を形成する官民連携の事業システムの設計システムを構築する

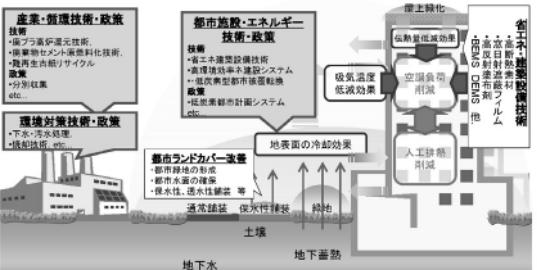


都市環境の技術・政策計画・評価システムの基本フレーム構造概念図



統合型都市インフラ研究の視点(3) 環境都市形成への技術・政策パッケージの設計

○都市・街区特性や環境特性を考慮した環境技術適合性の検討ツール
○都市・街区スケールでの技術・政策の多様な選択肢からの政策立案プロセス



環境都市の計画支援システムを構築する視点

地域の特性に応じた都市機能高度化施策のパッケージ化
地域効果:個別の技術ではなく地域で低炭素化を推進することによる追加的な効果

1. 地域の賦存エネルギー・賦存資源・自然環境の利用

- 地域に賦存する熱源および自然資源を利用することによる、資源循環、エネルギー消費の削減、生活快適性の向上等

2. 地区・街区単位の面的な技術導入によるスケールメリットの形成

- 技術の導入規模を増大することによる、機器の効率上昇、コスト低減等の効果

3. エネルギー、資源、交通多様な都市機能間の連携

- 多様なエネルギー源・資源を、需要パターンに応じて最適な組み合わせで供給することによる、水・熱エネルギー・資源消費の削減(需給バランス調整効果)
- 水・熱エネルギー・資源の供給施設を相互に接続し、共同で管理することによる、高効率機器の部分導入を促進する(設備のマネジメント性を向上する効果)

4. 多様な主体の参加による総合的な「地域環境力」の向上

- 地区・街区単位で対策導入を促進する制度によって地域の住民や企業、NPO等の多様な主体の参加を促す効果

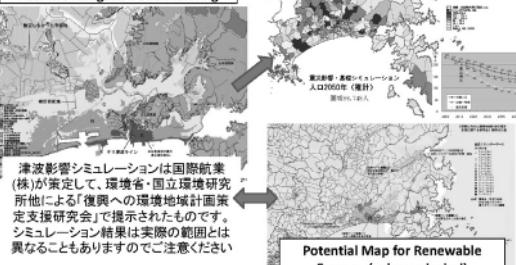
技術政策を選定して地域特性に応じた計画を策定、評価する 環境都市シミュレーションシステム



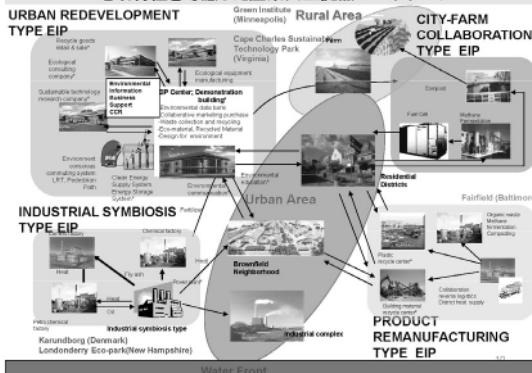
復興地域づくりの地域情報解析

Population Forecast by utilizing Cohort Estimation model

Tsunami Simulation and Zoning for Possible Mitigation and Planning

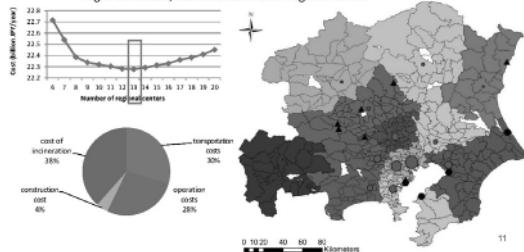


地域特性を考慮した産業共生拠点のパッケージ



有機系廃棄物のエネルギー資源として活用する基盤施設の 最適規模の検討例

- Example: Results of waste plastics recycling in 2025
 - Non-PET waste plastic packaging and containers (7.5% of total)
 - Destinations: 15% to existing MR and 65% to cement or iron plants
- Model outputs
 - Model output include total cost, breakdown of cost, location and capacity of regional centers, service area of each regional center



環境都市の計画支援システム構築による研究出力

- 都市・地区・街区で新しいインフラを実現することの効果
 - ・化石燃料向けの投資を地域の「炭素資本」の整備に振り向けることとの活性化効果(低炭素経済効果)
 - ・低炭素製品、エネルギー、サービスを供給する低炭素経済活性化
- 2. 都市インフラの整備による地域環境と低炭素化の効果(環境コベネリット効果)
 - ・水資源、緑地資源、地域エネルギー基盤、公共交通基盤、資源循環基盤の整備による低炭素と生活環境改善、防災性の相乗効果
 - 3. 高齢化・温暖化の進展に適応する地域づくりでの将来リスク低減(アダプテーション効果)
 - ・快適性の改善による将来健康リスク低減、サービスの地域自立性の向上による外生的な変動・災害に対する対応効果
 - 4. 多様な主体が連携する行動を通じての地域の自立ガバナンスの向上(タウンマネジメント効果)
 - ・地域の市民・企業間の信頼醸成と協働による新たな地縁力の形成

●目黒先生

都市インフラシステムの統合化

目黒 公郎

東京大学
生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
(大学院情報学環 総合防災情報研究センター)

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 1

目標: 災害レジリエンスの高い社会の実現

「まち・都市」と「ひと」

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 2

その時、私は…

緊急地震速報

1)高度利用システム
(本郷で、駒場の研究室のPCを使って仕事をしていた)
震度2の表示ではあったが、60秒以上の猶予時間があった。

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 3

「まち・都市」の何をモニタリングするのか
「ひと」センサーとしての役割

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 4

目標: 災害レジリエンスの高い社会の実現

「まち・都市」と「ひと」

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 5

震災復興のめざすもの
将来の繁栄の礎となる創造的復興

目黒、3/13, 3/16

四原則:

- ・被災地域の豊かで安全な生活環境を再興とともに、日本の将来的課題の解決策を示す復興
- ・政府、自治体、企業、NPO/NGO、国民、そして被災地域の人々が連携し、知恵と財源を出し合う協調した復興
- ・低環境負荷、持続性、地域産業再興に配慮した復興
- ・前提条件の再吟味に基づいた復興

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 6

復旧・復興について

■4月4日のメモ

- 地元被災者に聞くと……
「元通りがいい」と言うが、本当に同じでいいのか？
- 大規模災害の持つ意味(時間短縮機能)
- お金は？、将来予測は？ 旧山古志村の事例
- 未来責任は？、産業構造を変える機会としての位置づけ
- 震災ユートピアから、現実へ
- 現在進んでいる復旧・復興策は？
- 局所最適解と全体最適解の関係
- 原発の問題

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo



7

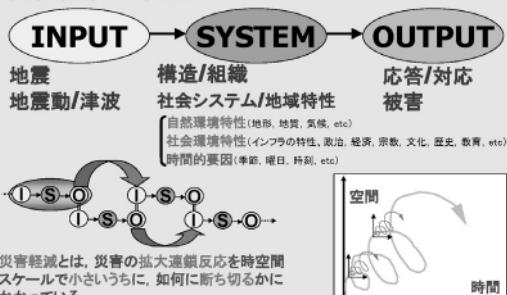
防災の基本

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo

8

「災害は進化する」というが…

災害現象の考え方



地震被害に与える諸条件

(マグニチュード、震源深さ、断層メカニズムなどは共通として)

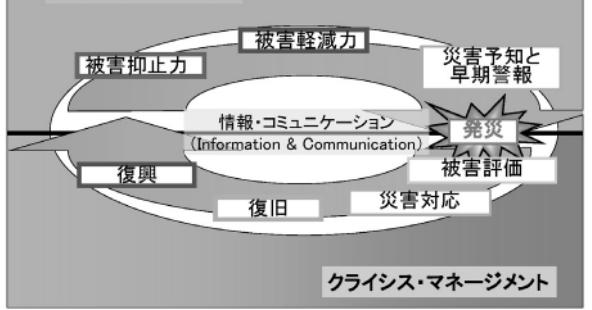
■:直接的な影響大 □:影響中 ▨:影響小、又は無関係

	入力／外力	各種の被害								復旧／復興活動	
		地震動(強度)	津波	地盤	構造物	設備	火災	泥水	その他の災害	経済的被害(直接)	復旧
自然環境特性	地震動/地形	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■
社会環境特性	天候	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
災害現象特性	構造物ストック 社会活動/地域活動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
発災の時間的要因	季節	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	曜日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	時刻	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

外力(ハザード)としての津波と、被害としての津波災害

総合的な災害マネージメントシステム

リスク・マネージメント



防災の基本

量と時間の2点で

自助>>共助>>公助

ハード(Structural)と
ソフト(Non-structural)

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo

12

Risk/リスク

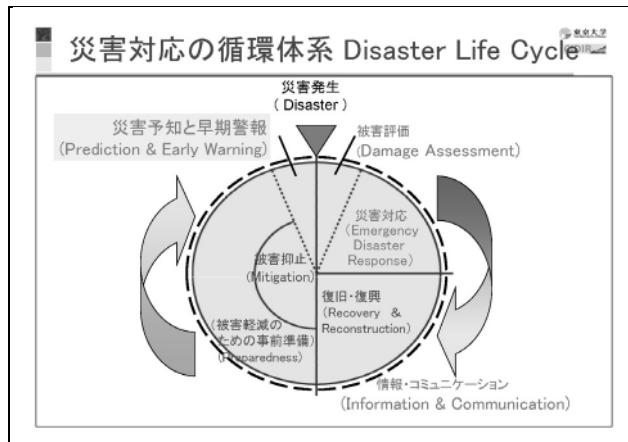
自然もしくは人間による「ハザード」と「脆弱な状態」によって引き起こされる被害発生確率、またはその結果生じる損失(人命、財産、生計、経済活動の崩壊、環境破壊)
(国連開発計画)

Risk = Hazard(ハザード) × Vulnerability(パネラビリティ)

(Hazard = 外力の強さと広がり × 発生確率)
(Vulnerability = 脆弱性 = 暴露する脆弱なものの数)

**Risk = 外力の強さと広がり × 暴露する脆弱なものの数
× 発生確率**
= 起こってしまったときの被害の規模 × 発生確率

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 13



被害抑止と減災のための事前準備

防衛線

外力

磁導力

被害抑止による 防災

防衛線

外力

磁導力

被害抑止による 防災

防衛線

外力

磁導力

被害抑止による 防災

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 15

洪 水

- 洪水の発生する可能性のあるところにはなるべく住まない
- ダム・堤防などの治水対策を充実させる
- 洪水予測と警報のシステムを持つ
- 洪水の可能性のある地区では、大切なモノとなるべく高いところに設置する

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 16

台 風

- 屋根、窓が飛ばないよう、工夫する
- 台風が接近している時は、表に出ない
- 台風の進路・強度や規模を予想し伝える仕組みを持つ

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 17

火 山 災 害

- 火山灰の降灰可能性を認識する
- 火碎流等の危険区域を避けて住む
- 火山泥流などに対する土砂対策を行う
- 降灰した場合を想定し、対策を練る

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo 18

火 災

■延焼火災を阻止する都市計画を立て実施する
■公的・地域的・個人的消防体制を整える
■安全性の高い器具の使用
■消火器の用意や消火訓練

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 19

地 震 灾 害

■地震の発生しやすい場所にはなるべく住まない
■揺れによる建物被害を抑える
・建物倒壊による死者を減らす
・初期出火率を減らす
・建物倒壊による道路閉塞を減らす
■緊急地震速報

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 20

津 波 灾 害

■津波災害の可能性のある沿岸部を避けて住む
■津波防潮堤をつくる
■事前に避難ルートと一時避難場所を確認しておく
■警報システムを整備する

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 21

個々のハザードに対して

発災

	被害 抑止	被害 軽減	予知・ 早期 警報	被害 評価	災害 対応	復旧・ 復興
自助						
共助						
公助						

災害対策基本法の課題・住民参加

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 22

個々のハザードに対して

発災

	被害 抑止	被害 軽減	予知・ 早期 警報	被害 評価	災害 対応	復旧・ 復興
市町 村						
都道 府県						
国						

災害対策基本法の課題・被害想定結果の利用法と規模の設定

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 23

現状(課題)から理想(解決)へ向かって

①洞察力をもって全体使命を多元的に解釈し、幅広い価値体系として表現した「あるべき姿」を描く
〔多義性〕
〔拡張性〕
〔複雑性〕
〔不確実性〕

②ミッションを実現可能なシナリオ形式で展開する
〔シナリオ展開〕

あるべき姿を描く
ミッション表現

課題 4
課題 3
課題 2
課題 1
ありのままの姿
P:問題
P:問題
P:問題

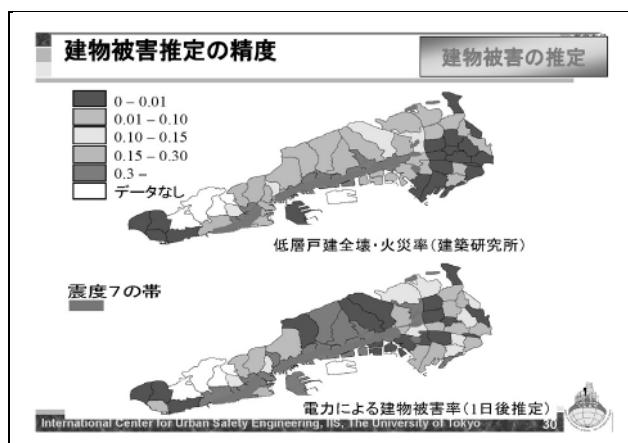
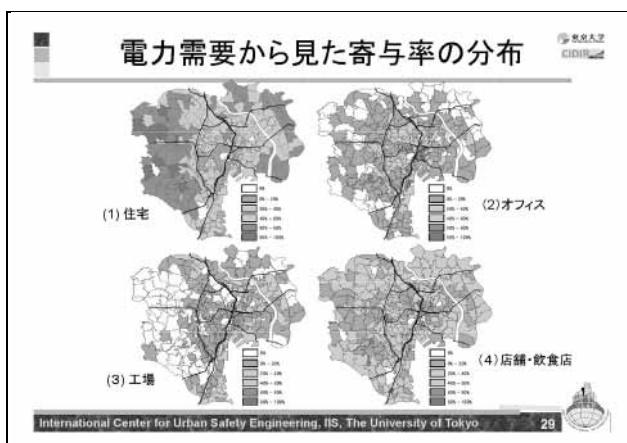
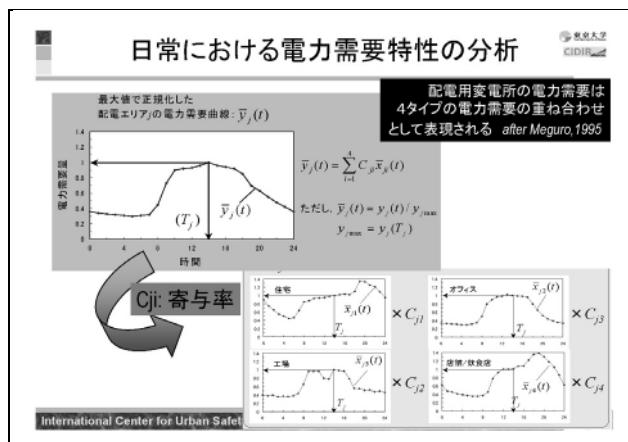
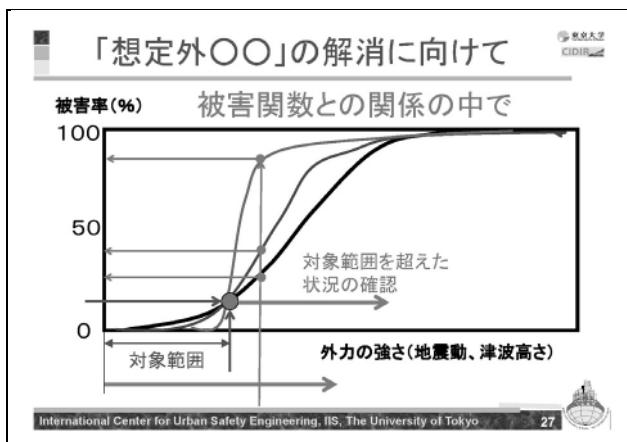
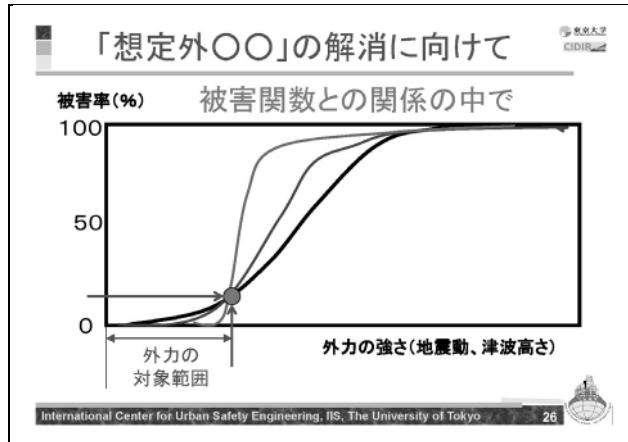
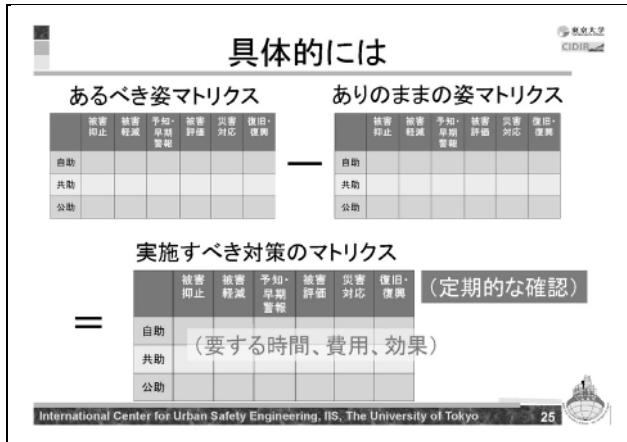
プログラム
プロジェクト3
プロジェクト2
プロジェクト1
(実現性の評価を行いPJに立ち上げる)

関係性分析

時間 →

(After SUMA)

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 24



災害の時空間推移モデル

RL 災害DB

- 過去の被害
1995年 兵庫県南部地震
2004年 斜面中越地震
2011年 東北地方太平洋沖地震
- 被災と災害対応業務（扱い手別）の関連付け
- 過去の対応
自治体の災害対策本部を構成する部局、および関係機関の対応

VR 災害DB

様々な想定ハザード → 災害の時空間推移モデル → 時空間仮想災害データ

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 31

ディスカッションポイント(1)

前提：本WSで議論したような目的を掲げた都市インフラシステムの統合化は合理的であり、研究として取り組む意味がある。

統合した先に見える夢を示す

現時点では、具体的な解決策が
はっきりしていなくても(つまり予算は別に)
→〇〇が実現した場合に、将来の△△は

- ・集約型システムとしての統合化
- ・分散型システムとしての統合化
- ・「集約＋分散」型システムとしての統合化

将来的なビジネスとして、国益に資するか

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 32

ディスカッションポイント(2)

前提：本WSで議論したような目的を掲げた都市インフラシステムの統合化は合理的であり、研究として取り組む意味がある。

統合した先に見える夢を示し、理解を得た上で

解決策を探る上での課題（やらなくてはいけない研究）を示す

- ハード、ソフト（法制度を含む）
- 必要となるdata/information/intelligence
- （既存か、未認識のものか）

研究としての先端性は

International Center for Urban Safety Engineering, IIS, The University of Tokyo | 33

■ワークショップ報告書作成メンバー■

安岡 善文	フェロー	(システム科学ユニット)
本間 弘一	特任フェロー	(システム科学ユニット)
豊内 順一	フェロー	(システム科学ユニット)
森 猛	フェロー	(システム科学ユニット)
武内 里香	フェロー	(システム科学ユニット)
勝山 光太郎	フェロー	(電子情報通信ユニット)
金子 健司	フェロー	(電子情報通信ユニット)

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

CRDS-FY2011-WR-08

科学技術の未来を展望する戦略ワークショップ

「都市インフラシステムの統合化」

平成 23 年 12 月 December 2011

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター システム科学ユニット
Systems Science Unit, Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 番地

電 話 03-5214-7481

ファックス 03-5214-7385

<http://crds.jst.go.jp/>

©2011 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission.

Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknow.

