

クレジット:

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2017 北森武彦

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

# 学術

# 俯瞰

# 講義

2017年度 S semester 主題科目/学術フロンティア講義 2単位 1、2年生対象

## 工学とは

コーディネータ・ナビゲータ：北森武彦、光石 衛、小関敏彦(工学部)

<講義概要>

この講義は「工学とは?」の問いかけに始まり「工学とは」の答えに終わることを目標とする。どこの大学にも有り高校までに習うことのない「工学」とはいったいどのような学問なのか。学ぶ方も教える方もわかっていそうでもない「工学」について、具体的な別から俯瞰してみよう。

講義期間：4月10日～7月10日

北森武彦 (工学部)

- ・序1：学問と組織(工学と工学部)
- ・序2：学問と社会(震災と工学)
- ・私の工学：液体の集積回路を創ると?

吉村忍 (工学部)

- ・工学教育の体系：シリーズ東京大学工学教程

Dario Gil (IBM Research, Vice President)

- ・学問と産業の急接近：情報社会を創る工学

合原一幸 (生物制御研究所)

- ・情報社会の工学1：ソフト(脳型コンピューター)

古澤明 (工学部)

- ・情報社会の工学2：ハード(量子コンピューター)

藤田香織 (工学部)

- ・歴史と文化と工学：伝統的な木造建築と地震

小関敏彦 (工学部)

- ・環境・安全と工学：移動体における材料工学
- ・持続可能社会と工学：エネルギー、インフラと材料工学

光石衛 (工学部)

- ・医療と工学：医療用ロボット工学
- ・工学とは何か。

駒場キャンパス 21 KOMCEE West 月曜日 5時限 (06:50-18:35) レクチャーホール

<http://www.gfk.c.u-tokyo.ac.jp/>



# 学術俯瞰講義 工学とは

北森武彦(工学部)

## 工学とは？

序1: 学問と組織(工学と工学部)

4月10日

序2: 学問と社会(震災と工学)

4月17日

私の工学: 液体の集積回路を創ると？

5月 1日

吉村忍(工学部)

工学教育の体系: シリーズ東京大学工学教程

4月24日

合原一幸(生産技術研究研)

情報社会の工学1: ソフト(脳型コンピューター)

5月 8日

Dario Gil (IBM Research)

学問と産業の急接近: 情報社会を創る工学  
Novel Engineering opening Information Society

5月15日

古澤明(工学部)

情報社会の工学2: ハード(量子コンピューター)

5月22日

藤田香織(工学部)

歴史と文化と工学: 伝統的な木造建築と地震

6月 5日

小関敏彦(工学部)

環境・安全と工学: 移動体における材料工学

6月12日

持続可能社会と工学: エネルギー、インフラと材料工学

6月19日

光石衛(工学部)

医療と工学: 医療用ロボット工学

6月26日

## 工学とは

工学とは何か。

7月 3日

# 講義の内容

## 1) 大学と工学部の役割

# 大学の役割、工学部の役割

研究

知識を創造し技術を創成する

教育

知識を授け人格を形成し、人材として輩出する

発信

科学に基づいた中立な知識を社会に冷静に発信する

実装

知識と技術を社会に役立てる

# 講義の内容

## 2) 東日本大震災

著作権の都合により、  
ここに挿入されていた画像を削除しました。

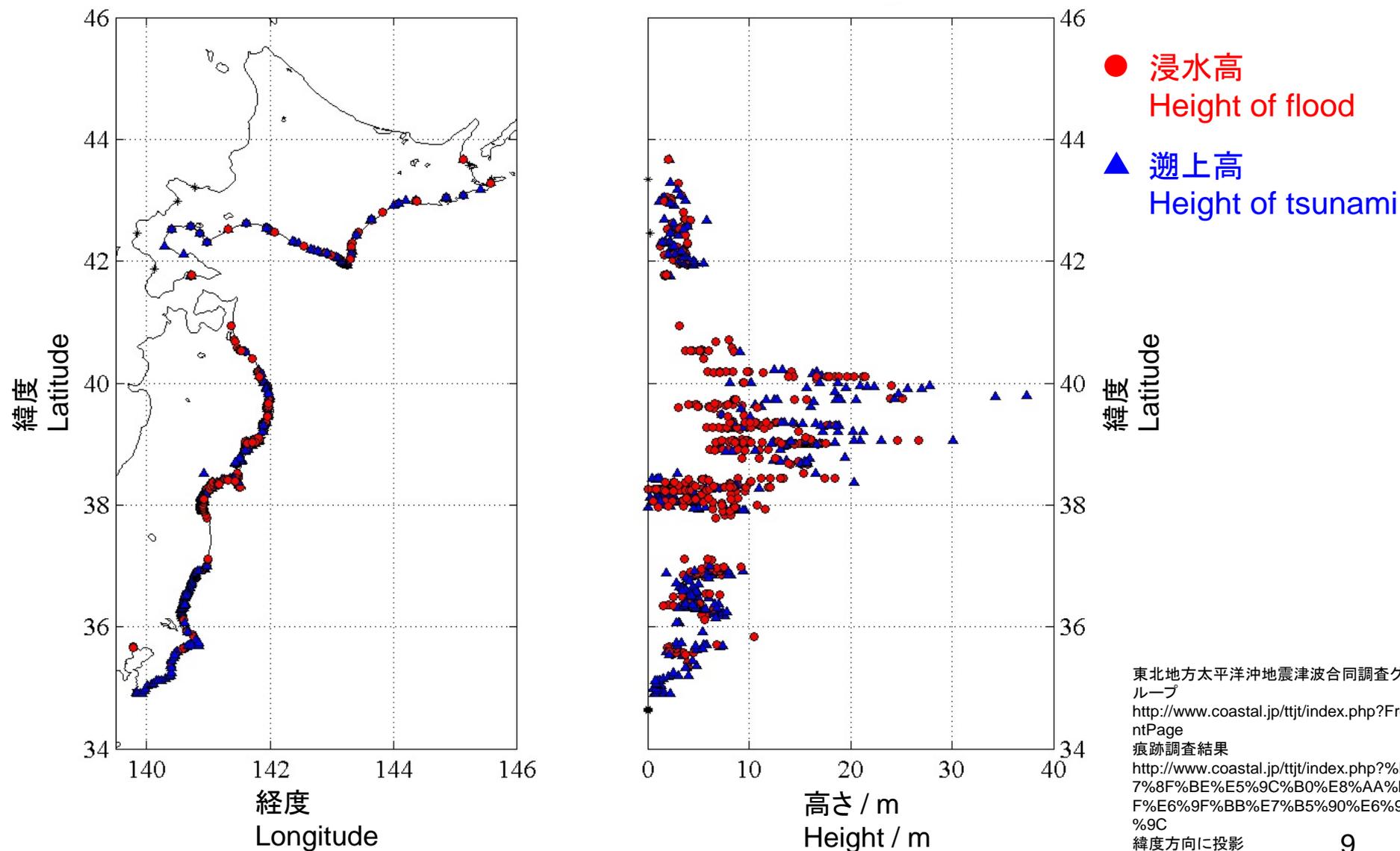
オーストラリア放送協会ORF News  
東日本大震災後の取り組みについて東京大学工学部が取材を受けたニュース映像





# 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる調査結果

## Result by Joint Survey Group for the Earthquake and Tsunami



東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ  
<http://www.coastal.jp/tjtj/index.php?FrontPage>  
 痕跡調査結果  
<http://www.coastal.jp/tjtj/index.php?%E7%8F%BE%E5%9C%B0%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E7%B5%90%E6%9E%9C>  
 緯度方向に投影  
 (最終閲覧日: 2017年4月28日)



- |  |  |
|--|--|
| 1) 原子力発電所の事故<br>Accident of nuclear power plant  | 4基同時, レベル7<br>4 plants, Level 7                        |
| 2) 電力供給不足<br>Shortage of electric power supply   | 3950 × 10 <sup>4</sup> kW/h, 計画停電<br>Rolling blackouts |
| 3) 工業生産の低下<br>Diminishing industrial production  | サプライチェーンの断裂<br>Supply-chain disruption                 |
| 4) 通信網の断裂<br>Disruption of communication network | 1週間<br>1 week  |

科学技術への信頼低下  
Loss of credibility of science and technology  
工学者・学生の自信喪失  
Loss of confidence in engineering scholars and students

# 講義の内容

## 3) 工学部の震災対応

# 大学の役割、工学部の役割

研究

知識を創造し技術を創成する

教育

知識を授け人格を形成し、人材として輩出する

発信

科学に基づいた中立な知識を社会に冷静に発信する

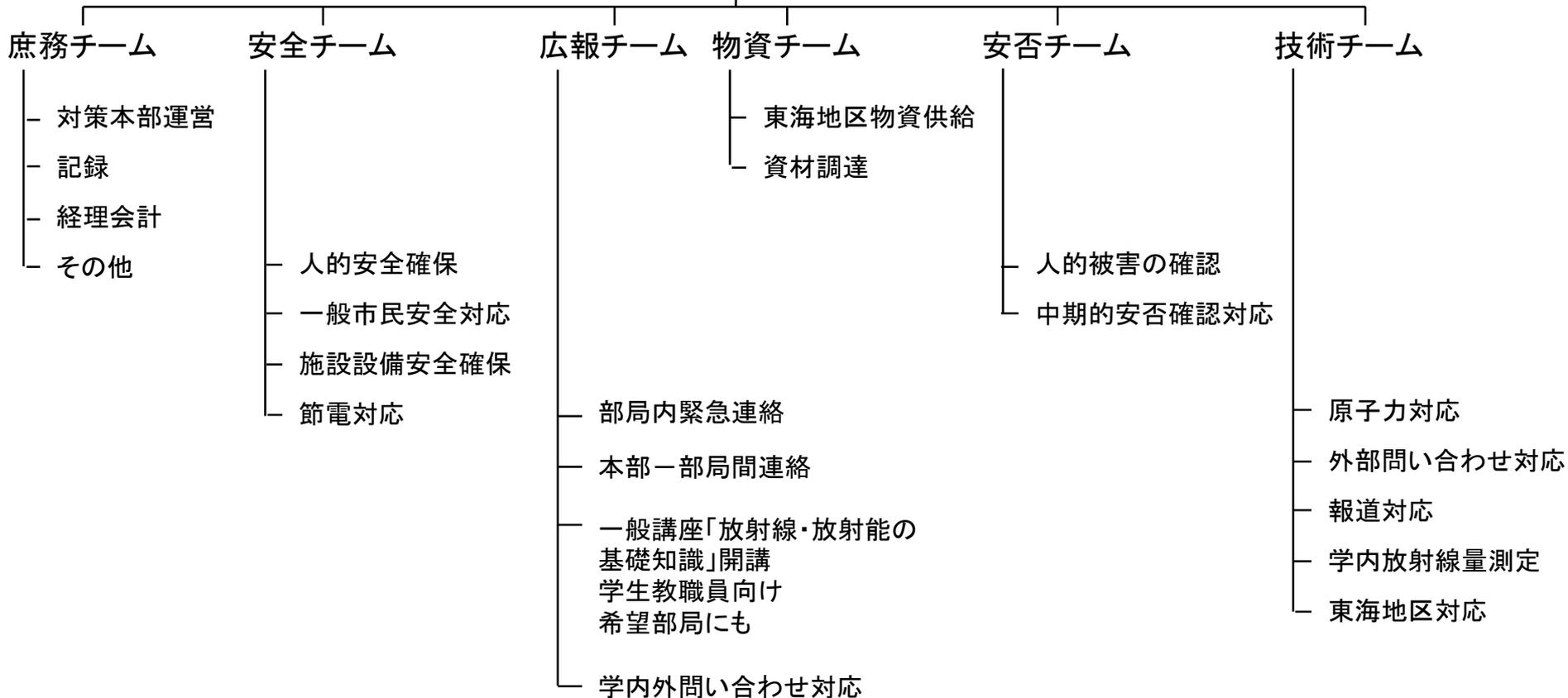
実装

知識と技術を社会に役立てる

# 東日本大震災 工学部・工学系研究科対策本部

緊急対策本部： 2011年3月11日設置  
対策本部： 2011年3月15日設置

## 対策本部



# 講義の内容

## 4) 震災後の工学は何を目指すのか

## 震災後の工学は何を目指すのか

The Currently Questioned Mission and Duties of Engineering  
- What Engineering Should be after the Unprecedented Disaster -

工学部長・工学系研究科長  
北森武彦

Dean, Faculty and Graduate School of Engineering  
Takehiko Kitamori

# 「緊急工学ビジョン」 “Urgent Vision on Engineering after the Disasters”



What Engineering Should be  
after the Unprecedented Disaster

東京大学大学院工学系研究科編  
『震災後の工学は何をめざすのか』  
(2011年5月)

# 緊急工学ビジョン(1)

## Immediate Vision of Engineering (1)

- 1) テーマ  
Subjects  
電力・エネルギー  
Electric power and energy  
原子力工学  
Nuclear power engineering  
都市地域の復興と再生  
Recovery and reconstruction of urban area  
工学の新しい方向  
New direction of engineering
- 2) 方法論  
Methodologies  
全工学、工学の総力(基礎基盤と総合工学)  
Total engineering of fundamentals and integrations

# Acknowledgement

## Working Group

Prof. T. Matsushashi

Prof. S. Kaneko

Prof. M. Hirao

Prof. Y. Okada

Prof. Y. Fujii

Prof. Y. Hori

Prof. T. Koseki

Prof. Y. Yamasaki

Prof. T. Takada

Prof. N. Kasahara

Prof. N. Sakai

Prof. M. Enoki

Prof. K. Okamoto

Prof. S. Nagasaki

Prof. T. Terai

Prof. T. Onishi

Prof. S. Sato

Prof. J. Okata

Prof. K. Takamasu

Prof. S. Suzuki

Prof. Y. Maeda

Prof. K. Furuta

Prof. M. Takai

Prof. T. Terai

## Executive Staffs

Prof. N. Sekimura

Prof. T. Chikayama

Prof. N. Harada

Prof. T. Mizuno

Prof. T. Koseki

Prof. M. Mitsuishi

# 緊急工学ビジョン(2)

## Immediate Vision of Engineering (2)

### 工学の果たすべき役割と挑戦課題

### Roles and challenges of engineering

- 1) 短期アクション  
Short-term actions  
すぐに着手すべき行動  
Actions to be started immediately
- 2) 中期プラン  
Mid-term plans  
1～数年  
今使える技術を最適活用  
1-several years  
Optimal application of current technologies
- 3) 長期ビジョン  
Long-term visions  
数年～10年以上  
問題を抜本的に解決し社会にイノベーションを与える研究課題  
More than 10 years  
Research projects drastically solving subjects and leading to innovations

# 緊急工学ビジョン(1)

## Immediate Vision of Engineering (1)

- 1) テーマ  
Subjects  
電力・エネルギー  
Electric power and energy  
原子力工学  
Nuclear power engineering  
都市地域の復興と再生  
Recovery and reconstruction of urban area  
工学の新しい方向  
New direction of engineering
- 2) 方法論  
Methodologies  
全工学、工学の総力(基礎基盤と総合工学)  
Total engineering of fundamentals and integrations

# 電力・エネルギー

## Electric Power and Energy

### 1. 短期アクション Short-term actions

- 1) 省エネルギー  
Energy demand conservation

### 2. 中期プラン Mid-term plans

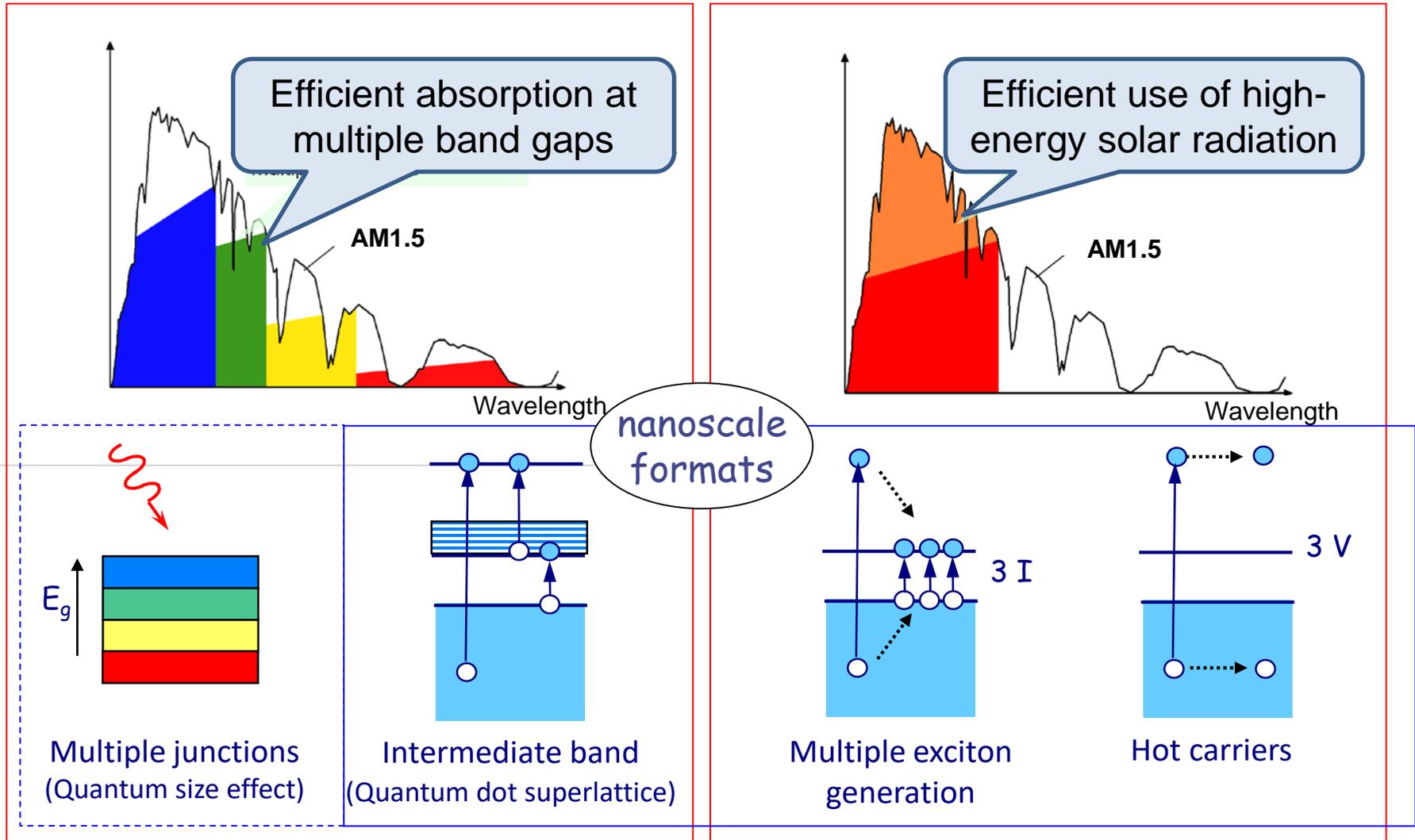
- 1) 石炭・ガス火力発電  
More efficient coal-burning power plants
- 2) 自動車動力源  
New power resource for automobiles
- 3) 低温度差熱  
Use of thermal energy with small temperature differences

### 3. 長期ビジョン Long-term visions

- 1) 太陽電池  
Solar cells with an efficiency of 40%
- 2) 自動車動力源  
Fuel cells with solid oxide, high-efficiency electrode, and effective use of waste heat
- 3) 蓄電池  
Storage cells with higher electricity storage density, drastic cost-cutting
- 4) 分散型電源とスマートグリッド  
Distributed power sources and smart grid technologies
- 5) サイバーフィジカルシステム  
Cyber-physical systems

# 革新的光電池 Innovative Photovoltaics

## Solar Cells with Efficiency > 50%



# サイバーフィジカルシステム Cyber-Physical Systems

## ICT can help us better enjoy our lives

### Knowledge discovery

- Efficient learning
- Easy-to-learn representation
- Unreliable data
- Uncertain knowledge
- ...



### High-performance computing

- Parallel and distributed programming models
- Data transfer optimization
- Load distribution algorithms
- Administration of huge distributed systems
- ...

### Computational intelligence

- Knowledge search
- Treatment of uncertainty
- ...



### Multi-scale simulation & optimization

- Assimilation of independent models
- Optimization meta heuristics
- Parallel and distributed algorithms
- ...

### Sensor networks

- Huge number of nodes
- Low-power networking
- ...



### More efficient Industry and society



Better services

More pleasant work

### More comfortable life



# 緊急工学ビジョン(1)

## Emergent Engineering Vision (1)

- 1) テーマ  
Subjects  
電力・エネルギー  
Electric power and energy  
原子力工学  
Nuclear power engineering  
都市地域の復興と再生  
Recovery and reconstruction of urban area  
工学の新しい方向  
New direction of engineering
- 2) 方法論  
Methodologies  
全工学、工学の総力(基礎基盤と総合工学)  
Total engineering of fundamentals and integrations

# 原子力工学

## Nuclear Engineering

### 1. 短期アクション Short-term actions

- 1) 福島原子力発電所事故の収束  
Towards Stable Resolution of Fukushima NPP Accident
- 2) 事故原因の徹底解明  
Early Investigation of Cause of Fukushima NPP Accident
- 3) 他の発電所(全54基)へのフィードバック  
Short-term Preventive Measures For Other Plants

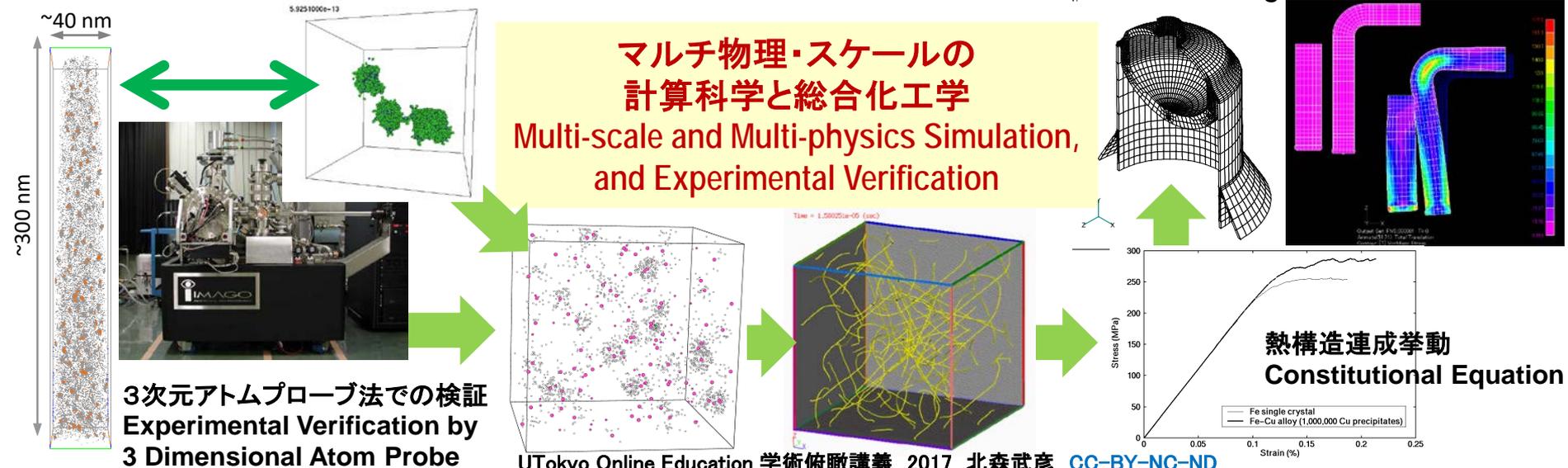
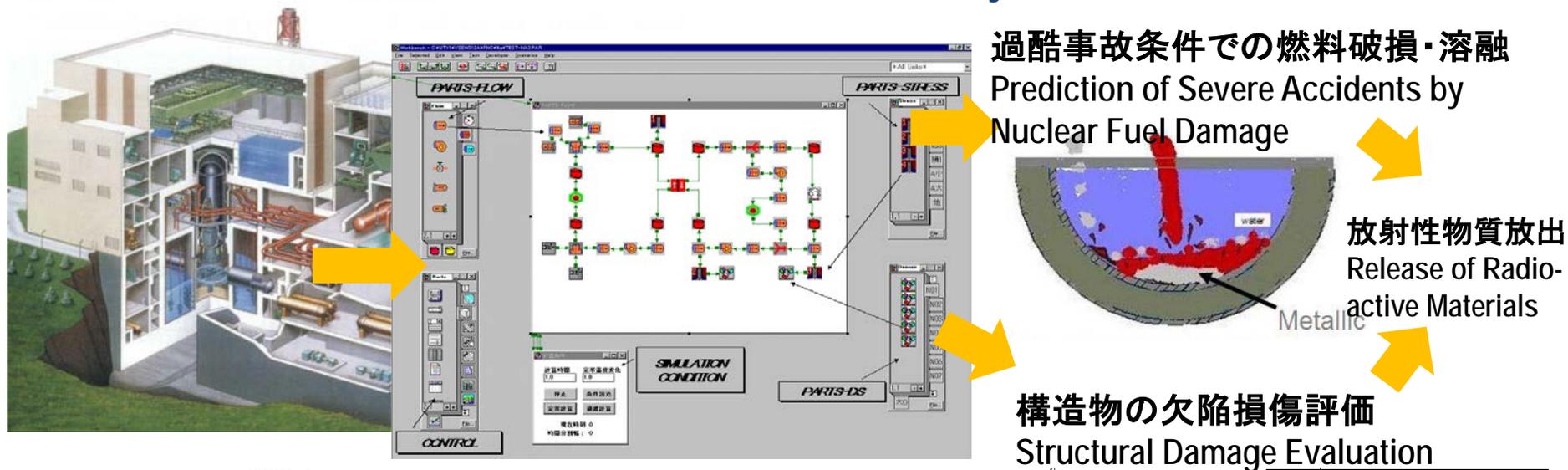
### 2. 中期プラン Mid-term plans

- 1) 総合的視野からの事故調査と根本原因分析  
Detailed Investigation of Main Causes and In-depth Analysis
- 2) リスクに基づく安全設計  
Risk-based Safety Design and Management
- 3) 危機管理工学・緊急コマンド工学  
Crisis Management Engineering Methodologies
- 4) 原子力発電所廃炉工学  
Development of Decommissioning Technologies of NPPs
- 5) 環境修復工学  
Integrated Engineering on Restoration, Reconstruction of regional Environment and Society
- 6) 安全強化型次世代炉工学  
New Energy Supply Scheme Replaced by Next-generation reactors with Higher Safety

### 3. 長期ビジョン Long-term visions

- 1) 原子力安全国際連携  
Implementation of Future Cutting-edge Research and Global contribution
- 2) 超長期ライフサイクル工学  
Ultra-long Life Cycle Engineering of Huge Complex System
- 3) バーチャル原子炉  
Virtual Nuclear Plants
- 4) 高エネルギー物理化学生物事象の解明  
Physical, Chemical and Biological Basic Research on High-energy, Extremely Short Time phenomena

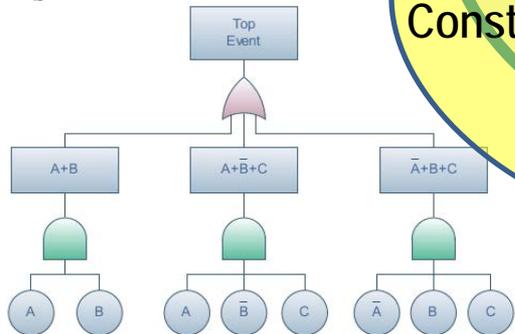
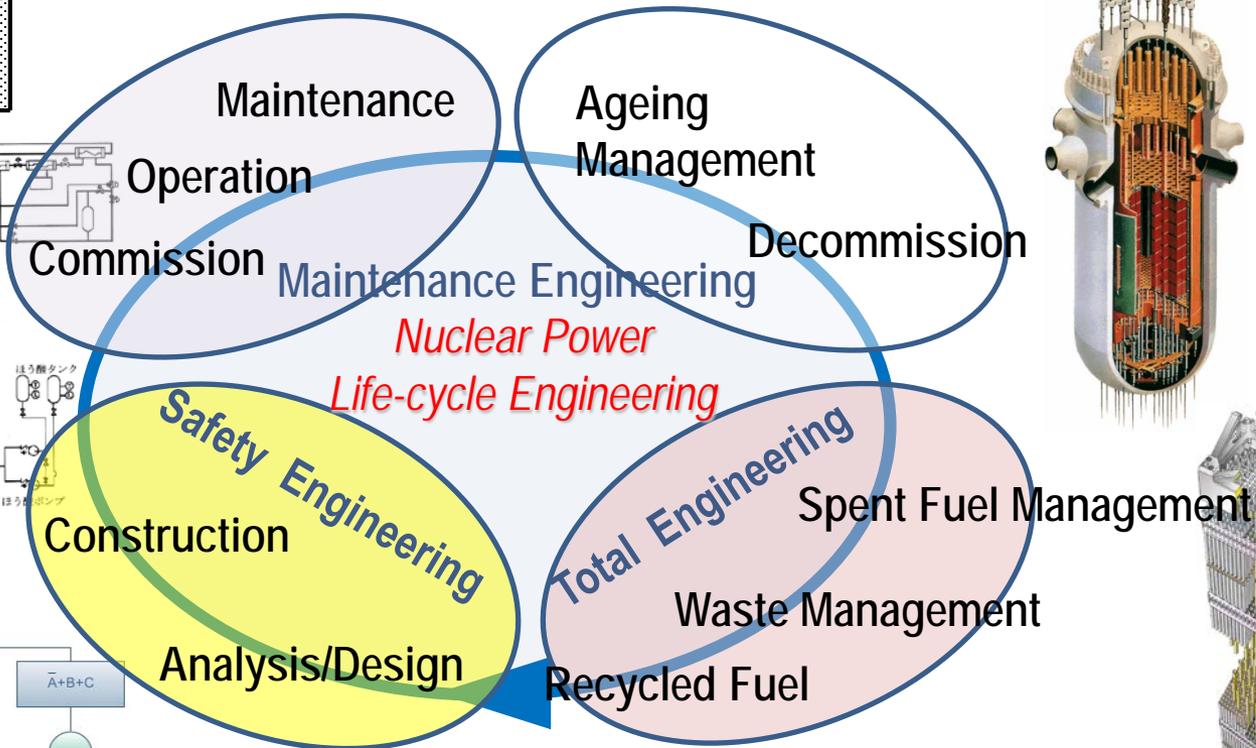
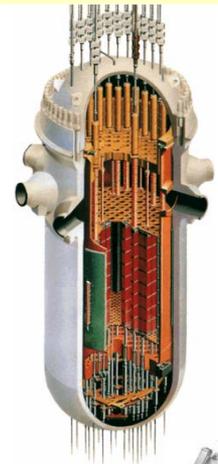
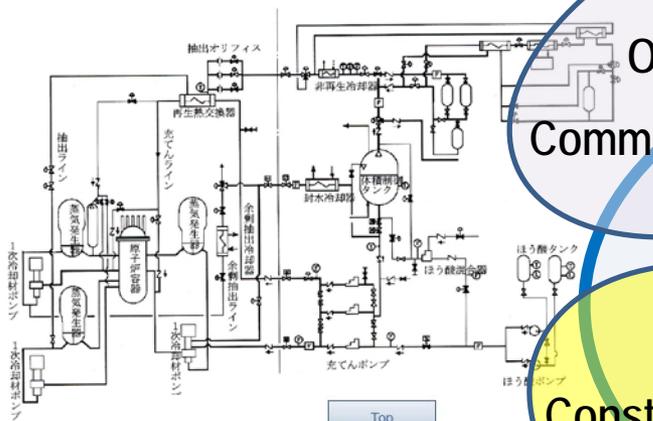
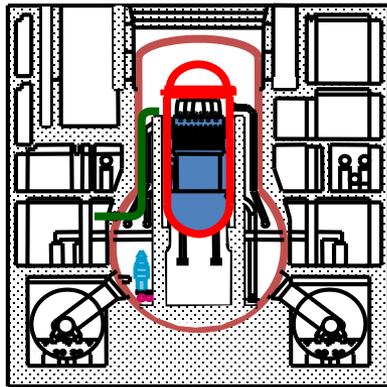
## 計算機中での事故条件再現 Plant Simulation under Any Possible Accidental Conditions



### ライフサイクルを通じた安全性の達成

#### Safety Management during whole Life-cycle of Plant

巨大複雑システムの超長期ライフサイクル工学  
Ultra-long Life Cycle Engineering of Huge Complex System



# 緊急工学ビジョン(1)

## Emergent Engineering Vision (1)

- 1) テーマ  
Subjects  
  - 電力・エネルギー  
Electric power and energy
  - 原子力工学  
Nuclear power engineering
  - 都市地域の復興と再生  
Recovery and reconstruction of urban area
  - 工学の新しい方向  
New direction of engineering
- 2) 方法論  
Methodologies  
  - 全工学、工学の総力(基礎基盤と総合工学)  
Total engineering of fundamentals and integrations

### 1. 短期アクション Short-term actions

- 1) 被災状況の調査と記録・被災地の復興まちづくり活動の支援  
Survey/Record of the disaster damages  
professional support to restoration activities
- 2) 「復興グランドデザイン」の早期策  
“Quick adoption of “Municipal Restoration Plan”

### 2. 中期プラン Mid-term plans

- 1) 持続可能なまちづくりの理念を実現した都市の空間的形象化  
Spatial planning and design based on sustainability and the local identity
- 2) 縦深的多重的防災戦略の確立  
Adoption of defense-in-depth strategy against disaster failure-safe and resilience of lifeline and infrastructure
- 3) 低環境負荷のまちづくり  
Low carbon, Resource recycle, Nature friendly society
- 4) 福祉とバリアフリーのまちづくり  
Aging in community place
- 5) 地域の空間文化を活かした地域産業まちづくり  
Restoration and creation of local business and economy fit to local spatial-cultural identity
- 6) 市民協働のまちづくり  
Spatial planning based on ‘Social Intelligence’

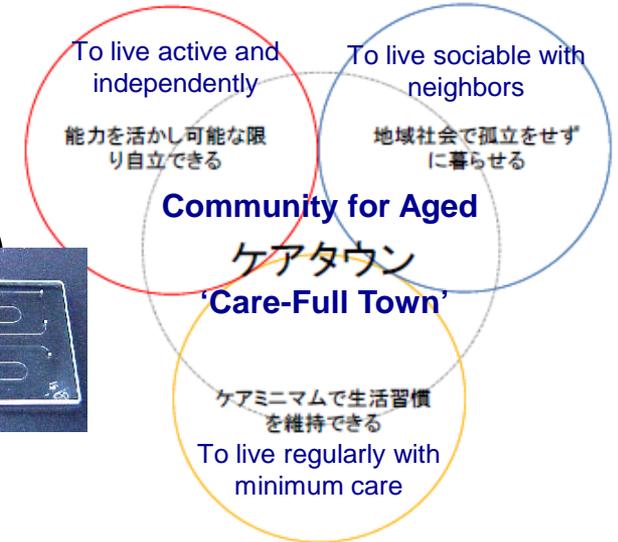
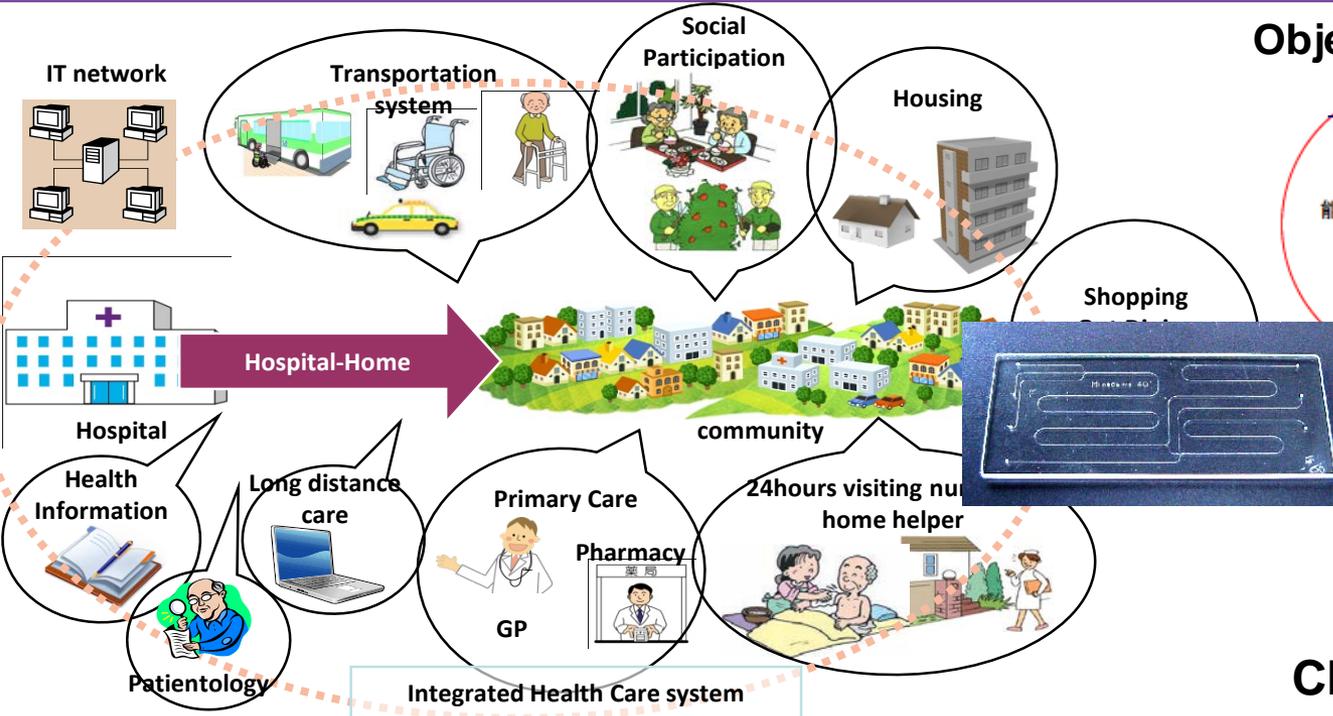
### 3. 長期ビジョン Long-term visions

- 1) 計画技術の絶え間のない改善と技術革新の追求  
Evolutionary planning with Innovative planning tool

# ケアタウンの実現に向けた復興計画 (Prof. Junichiro Okata)

## Restoration Plan for 'Aging in Community Place'

### Objective: Aging in Community



### Challenge:

Personal Mobility and Spatial Design to support QOL of elderly



Spatial Design to promote Sense of Community

Integrated Health and Nursing Care System

4D monitoring/simulation of City

This is our image of the renovated Community Environment for aging society. We – an research organization at the University of Tokyo - think that our task is to research and develop an integrated system (or various systems fit for each community) and the art and technology of its elements.

### Temporary Housing Site Design promoting Sense of Community

コミュニティケア型仮設住宅

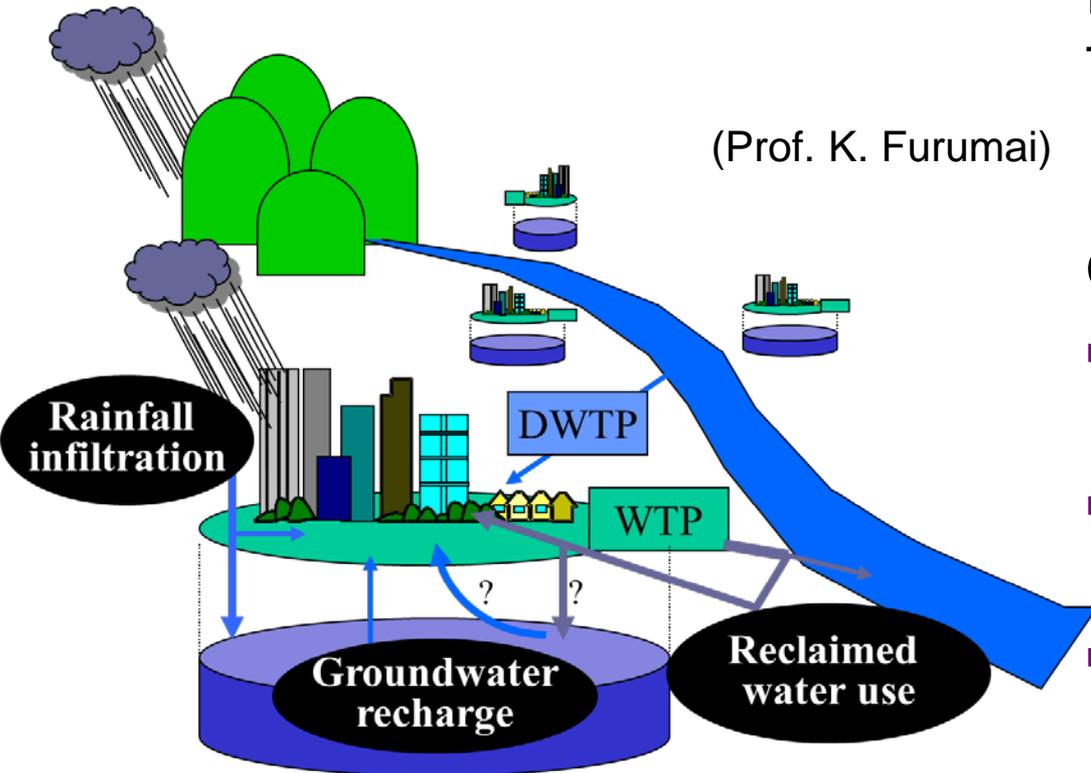


全室に共通性の機能を設け、居住性アップ  
夏暑によるカーテンを下げ、涼みの場  
仮設地に密土することなく建設可能



### Water recycle society Self-regulated water use

(Prof. K. Furumai)



Utilization of self-owned water resources  
in urban area

### Manifestation of Water Quality Risk

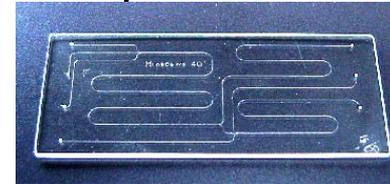
Objective:

気候変動を想定した調和型の都市圏水利用システムの提案

To propose a new urban water use system adaptive to the future climate change

Challenges:

- 水質リスク評価  
Water quality risk assessment
- 流域水資源の将来予測  
Forecasting water resources
- 雨水と地下水の管理  
Management of rainwater and groundwater
- 都市水利用のデザイン  
Designing urban water use



# 緊急工学ビジョン(1)

## Emergent Engineering Vision (1)

- 1) テーマ  
Subjects  
電力・エネルギー  
Electric power and energy  
原子力工学  
Nuclear power engineering  
都市地域の復興と再生  
Recovery and reconstruction of urban area  
工学の新しい方向  
New direction of engineering
- 2) 方法論  
Methodologies  
全工学、工学の総力(基礎基盤と総合工学)  
Total engineering of fundamentals and integrations

# 工学の新しい潮流

## A New Tide in Engineering

学際化する工学研究

Engineering projects are becoming more interdisciplinary.

巨大化する複雑系研究対象

Complicated research objects are becoming huge.

基礎基盤工学と総合工学

Fundamental engineering and general engineering

新しい工学の課題  
Subject of new engineering

- 1) レジリエンス工学  
Resilience engineering
- 2) 緊急対応工学  
Emergency correspondent engineering

# レジリアンス工学

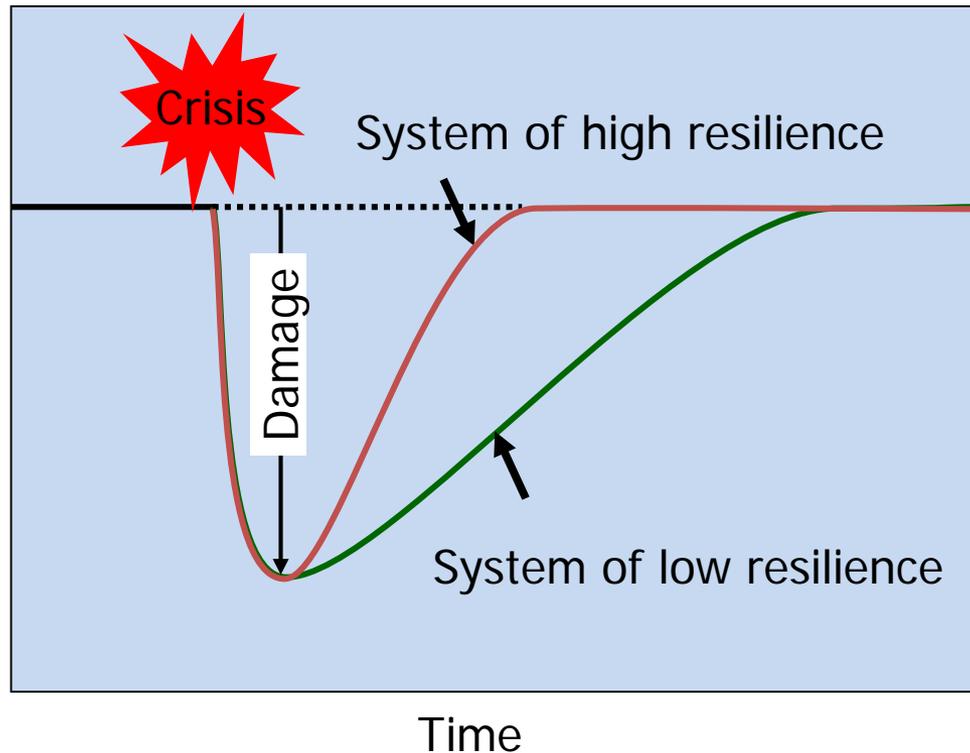
## Resilience engineering

目的 Objective:

回復力の高い工学システム  
To build high-resilience  
engineering systems

挑戦 Challenges:

- 1) レジリアンスの評価  
Evaluation of resilience
- 2) システムの相互依存  
Interdependencies of  
systems
- 3) 意志決定支援  
Decision support systems
- 4) 社会への実装・普及  
Engineering for societal  
acceptance



(Prof. K. Furuta)

# 緊急対応工学

## Emergency Engineering

著作権の都合により、  
ここに挿入されていた画像を削除しました。

テレビ番組Thunderbirdに登場するジェットドリルの画像

目的 Objective:

緊急に対応できる工学  
Engineering that can cope  
with emergency

挑戦 Challenges:

- 1) 緊急時に必要な機器・物質の  
柔軟に即座に作る技術  
Flexible and spot  
manufacturing of devices  
and materials needed in  
emergency
- 2) 極限環境での工学  
Engineering in extreme  
environments