

### 3.3.2 研修・訓練のための社会システムの構築

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

個人・組織の「危機管理対応能力」、地域の「抵抗力・回復力」、復興期における社会の「生活再建能力」の向上の根底には科学的・技術的マインドを持って防災に取り組む人材を増やし、その能力を高めることが必要となる。そのために防災科学技術に基づく防災分野の知見の収集と体系化を行い、そうした知見を、行政職員を対象とした研修・訓練において積極的に活用する多様な方策を開発する。

##### (b) 平成20年度業務目的

「効果的な研修・訓練システムの確立」全体の成果を統合する総括班的機能を持つ課題として、本年度は以下の研究を行う。

- a) 首都直下地震の発生が持つ問題構造の全体層を解明し、研究者間で問題認識の統一を図るための全体ワークショップを2回実施する。夏のワークショップでは都心に、年度末のワークショップでは山の手に焦点をあてた問題構造の解明を行う。
- b) 各研究チームの成果を研究者間および8都県市の防災担当実務者と共有するために「8都県市首都直下地震対策研究協議会」の毎月開催を継続する。
- c) 能動的な学習の実践方法の開発と普及のため、各種研修・訓練事例のベストプラクティスを収集し、学習環境デザインの原則を踏まえて実践方法の体系化を継続して行う。
- d) 研修・訓練用コンテンツの充実と体系化のため、既存の優れた教材を収集し、インストラクショナル・デザインの原則を踏まえた教材分析を継続して行う。
- e) 大大特の研究成果を活かして、研究者の情報交換と研究支援を行う地震ハザードプラットフォーム、災害対応実務者の訓練を行う災害対応シミュレータの首都圏直下版の開発を継続する。
- f) 収集分析された研修・訓練システムに関する知見を研究者間で広く共有できるよう、情報発信用ホームページを更新する。
- g) これまでの研究成果を Journal of Disaster Research の特集号として英文で刊行する。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
京都大学防災研究所巨大災害研究センター	教授	林 春男	
京都大学防災研究所巨大災害研究センター	教授	河田恵昭	
京都大学防災研究所巨大災害研究センター	准教授	牧 紀男	
京都大学防災研究所巨大災害研究センター	研究員	吉富 望	
京都大学防災研究所巨大災害研究センター	助教	鈴木進吾	
京都大学大学院情報学研究所社会情報学専攻	修士2年	小松原康弘	
京都大学大学院情報学研究所社会情報学専攻	修士2年	程 潔	
京都大学大学院情報学研究所社会情報学専攻	修士2年	山田雄太	
京都大学原子炉実験所	助教	川辺秀憲	
長岡造形大学環境デザイン学科	准教授	澤田雅浩	
静岡大学防災総合センター	准教授	林 能成	

新潟大学災害復興科学センター	准教授	田村圭子
新潟大学災害復興科学センター	助教	井ノ口宗成
慶応大学商学部	准教授	吉川肇子
大分大学教育福祉科学部	准教授	山崎栄一
西日本電信電話(株) 兵庫支店 法人営業部SI グループ	主査	東田光裕
ESRI ジャパン(株) マーケティンググループ		藤春兼久
応用技術(株) 解析事業部環境解析部	担当課長	松林健一
NITアドシストテクノロジー(株) 応用NIビジネスユニット		岸本 亨
NITアドシストテクノロジー(株) 応用NIビジネスユニット		伊藤良浩
輪島市役所総務課災害復興支援室復興支援係	復興支援係長	倉本啓之
輪島市役所都市整備課建築係	係長	宇羅良博
兵庫県企画県民部防災企画局防災計画室	防災計画係長	山本晋吾
新潟県庁防災局危機対策課	参事	高橋 静
新潟県庁総務管理部	情報企画監	松下邦彦
柏崎市役所市民生活部	復興管理監	細貝和司
柏崎市役所財務部	部長	村木正博
柏崎市役所財務部税務課	課長補佐	小池正彦
柏崎市役所総合企画部企画政策課情報政策係	主査	本間 努
兵庫県企画県民部	参事(防災担当)	小畠 寛
柏崎市役所復興支援室	生活再建係長	藤村和良
内閣府	政策総括(防災担当) 付参事 地震・火山対策担当	池内幸司

## (2) 平成20年度の成果

### (a) 業務の要約

「効果的な研修・訓練システムの確立」全体の成果を統合する総括班的機能を持つ課題として、本年度は、以下の業務を実施した。

- a) 全体ワークショップとして、「都心」ワークショップを2008年7月28・29日に、「山の手」ワークショップを2009年1月5・6日に実施し、首都直下地震の発生が持つ問題構造の全体層を解明し、研究者間で問題認識の統一を図った。
- b) 「8都県市首都直下地震対策研究協議会」を4月18日、5月16日、6月20日、7月18日、9月19日、11月21日、12月19日、1月16日、3月27日の10回開催し、各研究チームの成果を研究者間および8都県市の防災担当実務者と共有した。
- c) 株式会社パスコに業務委託をし、「防災教育チャレンジプラン」における各種研修・訓練事例のベストプラクティスを収集し、学習環境デザインの原則を踏まえた能動的な学習の実践方法を検討した。
- d) 株式会社パスコに業務委託をし、既存の優れた防災教育教材を収集し、インストラクショナル・デザインの原則を踏まえた研修・訓練用コンテンツの充実と体系化を試みた。
- e) 株式会社応用地質に業務委託し、内閣府首都直下シナリオに基づく地震地震ハザードプラットフォームを開発し、NTT-ATに業務委託して災害対応実務者の訓練を行う災害対応シミュレータの首都圏直下版を開発した。

f)GK 京都に業務委託し、サブプロ 3 に関する研究成果を情報発信するホームページを定期的に更新した。

g) Journal of Disaster Research Vol3, No.6 として首都直下地震の特集号として、サブプロ 3 のこれまでの研究成果を英文で刊行した。

以下、本年度特に顕著な進捗を示した全体ワークショップによる首都直下地震の問題構造の全体像を解明による研究成果を紹介する。すなわち、首都直下地震の問題構造に関するエンティティが増え、問題構造が明かになり、首都直下地震の問題構造解明手法を確立できた。その成果は 4 点に集約できる：1) 災害に関する全体像の作成において、TOC 論理思考プロセスの活用手続きが標準化できた。2) 「問題構造のプロセスを見える化」させるためには、数回のワークショップを通じた問題構造化の作業を繰り返す必要があることが判明した。3) その結果、首都直下地震の 22 種類の問題の存在が指摘されそのうち 14 課題について問題構造の明確化がなされた。4) その結果、首都直下地震で対応すべきボトルネックとなる本質的な 14 個の対立の存在が明らかになった。

## (b) 業務の成果

### 1) 背景

首都直下地震の発生は極めて膨大な被害をもたらすと予測されており<sup>1)-3)</sup>、その影響は被災地域内に止まらず全国に波及し、スーパー広域災害になることが懸念されている。一方、スーパー広域災害としての首都直下地震の被害に対して、日本の防災に関するヒト・モノ・カネ・情報などの既存の資源は限られている現実もある。この未曾有の災害に対して、どのように対応すべきかがわれわれに直面している重大な課題である。首都直下地震の防災対策を考える際に、対応対象となる被害をおののけに取り分けるのではなく、被害を包括的に捉え、限られた資源の中で、全体最適な取り組みを求める必要がある。

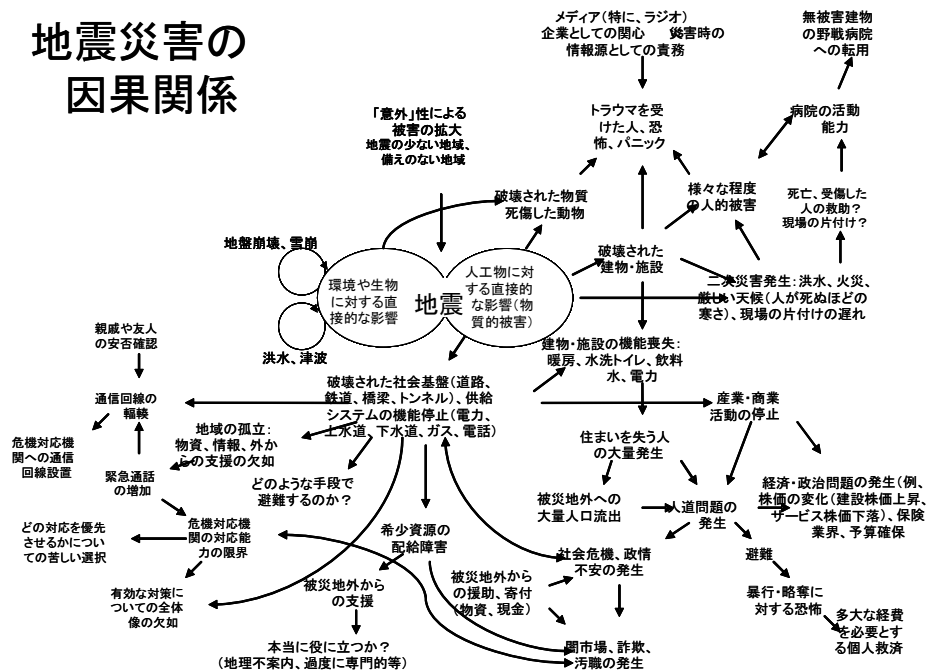


図 1 地震災害の因果関係

ドイツの複雑系科学の専門家 **Albeverio** らの災害シナリオに関する研究では、地震は一つの「システム」として捉えられている<sup>4)</sup>。**Albeverio** らは複雑な災害事例に対して分析を行い、災害がもたらす被害や影響などは互いに関連をしており、被害の発生には連鎖作用が存在することと指摘した。**Albeverio** らはこの連鎖作用を図1のような因果関係として表わした。**Albeverio** らの分析を見ると、基本的には発展途上国における地震災害を想定したシナリオ展開となっており、首都直下地震においても参考にすべき部分も含まれているが、そのままを当てはめることは難しい。したがって、地震災害の連鎖作用を因果関係として明らかにする必要があるとする **Albeverio** らの考え方に基くと、首都直下地震の場合でも、ひとたび地震が発生した場合には、さまざまな被害が発生し、それらの被害は相互に独立しているわけではなく、互いに関連していると認識し、その全体像を可視化する必要がある。

首都直下地震の発生によって顕在化する問題構造の全体像を明らかにするために、本研究では、①災害によって発生する問題構造の全体像を明らかにするための手法の開発、②プロジェクトメンバーである様々な分野の専門家に参画を得て、問題構造の全体像の把握、③全体像の把握過程の繰り返しによる手法と把握内容の精度化、という3つの目的で全体参画型研究会を実施した<sup>5)</sup>。

## 2) 首都直下地震における問題の全体構造化の過程

首都直下地震における問題の全体構造化の過程は以下のように整理できる。

- a) 首都直下地震を一つのシステムとして捉える。
  - ① 首都直下地震が一度発生すれば、さまざまな被害が発生する。
  - ② それらの被害は相互に独立しているわけではなく、互いに関連している。
  - ③ 首都直下地震の全体像はひとつのシステムとして捉えることができる。
  - ④ われわれの任務はこのシステムが被る被害を最小限に止め、できるだけ早期にシステムの復旧・復興を実現することにある。
- b) 部分最適を避け、全体の制約となる部分を明確にし、システムを向上させる。
  - ⑤ この際に部分最適を避けなければならない。問題の対象を小さく限定することで、その部分だけの最適を行っても、システム全体としての最適とはならないことはよく知られている。
  - ⑥ さらに、システムの各要素がそれぞれ部分最適を求めて活動しても、全体最適にならないことは通常である。
  - ⑦ そこで求められることは、システムのパフォーマンスを規定する制約を見だし、それを打破することで、システムのパフォーマンスをあげること。
- c) システムの制約を打破してパフォーマンスの向上を目指す方法論として TOC (Theory of Constraints) を利用する。
  - ⑧ 1つの制約を打破しても、また別の制約が生まれる。次々と制約を打破することでシステムのパフォーマンスは向上するというのが TOC である。
  - ⑨ TOC の考え方にもとづいてシステムの改善を行うためには、システムそのものに

ついて正確な理解を必要とする。

⑩複雑なシステムの理解を助ける手法として開発されたのが「論理思考プロセス」である。

- d) 論理思考プロセスに従い、まず問題を構造化して認識することが重要である。
- ⑪ 論理思考プロセスの手続きに依拠し、首都直下地震の問題構造の解明を行う。
- ⑫ 首都直下地震について豊富な知識を持つ人たちが協働して、各々の問題認識を共有し、全体として問題の構造化を行うことが必要である。
- ⑬ また問題構造化の過程で出された事実を整理し構造化の進行を管理しながら、再び問題構造の成果を昇華させる必要がある。

### 3) 昨年度の成果に基づく全体ワークショッププログラムの構築

平成 19 年度 7 月に実施した<全体>キックオフ・ワークショップにおいて、東京の地形特性を根本原因（ルートコース）としてとらえ、「下町」「都心」「山の手」という 3 つの地域に分類して、地震により発生する問題群の構造化を進める必要があることが明らかになった<sup>7)</sup>。それを踏まえて、地区別にワークショップを実施する方針を決定した。

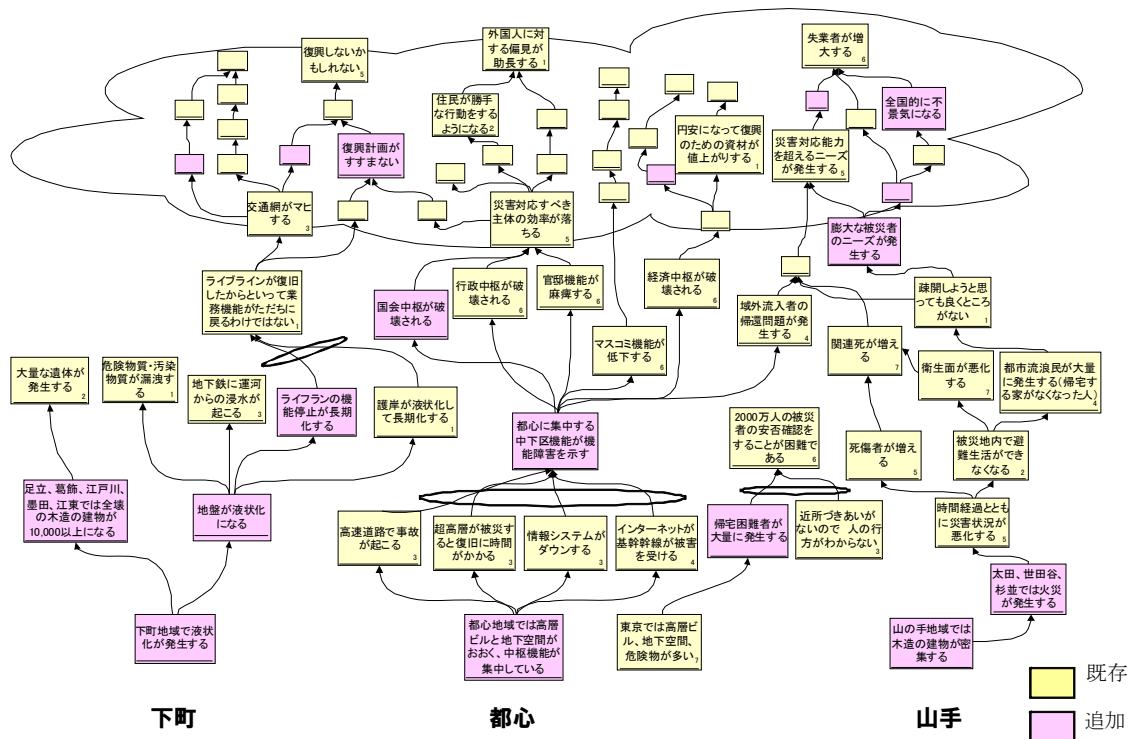


図 2 地形特性によるルートコース

平成 19 年度下町ワークショップ (H20.3) をうけて、平成 20 年度には全体ワークショップの第 1 日目に都心巡検 (H20.7)、山の手巡検 (H21.1) を実施し、地域の課題を知る機会を設けた。

全体ワークショップ第2日目には、首都直下地震の問題構造を明らかにするために TOC 理論における論理思考プロセスを用いた参画型の研究会を実施した。

#### 4) 首都直下地震の問題構造を明らかにするために採用した手法の確立

##### a) TOC 理論に基づく論理思考プロセス

論理思考プロセスとは、エリヤフゴールドラット主張する制約理論 (Theory of Constraints: TOC) に基づく問題解決を行うための論理的な思考手順をさし、問題が持つ「因果関係」を論理的に図式化していく方法である<sup>6)</sup>。論理思考プロセスはシステムの制約条件を見つけ、複雑なシステムの理解を助ける手法として利用される。論理思考プロセスは、すべての人をひとつの同じ問題に集中させる方法であり、複雑に絡み合うシステム内に生じた対立に議論を限定させることができるため、多くの組織において有効な問題解決手法であることを実証してきた。



##### • 「下町」「都心」「山の手」巡検の実施

- 実地調査(フィールドワーク)により、地形特性における問題をそれぞれの専門性に立って把握し研究者間で共有する
  - ーまちを直接観察する
  - ーステークホルダーに話を聞く
- チーム4の「まち歩き」ノウハウの蓄積による企画・立案・実施



図3 下町・都心・山の手巡検の実施

##### b) 首都直下地震における問題構造を明らかにするための手続きの確立

「首都直下地震における問題構造を明らかにするための参画型研究会」として全体ワークショップの2日目に平成19年度より本手法を用いて問題構造の解明を実施してきたが、平成20年度にはその手続きがより標準化され、効果的になってきた。

##### i) 手続き概要

首都直下地震に対する問題を現状問題構造ツリーのルールに従って可視化する<sup>8)</sup>

- ① 分析するシステム(範囲)と目的を明らかにする。(何を分析する)
- ② システムに対してのUDE (Undesirable Effect 起きたら大変だと思うもの) を抽出する。
- ③ 抽出したUDE間で原因-結果 (If A then B) の関係を図解する。その際、論理が通るように必要な事実を書き足してもよい。(必ずしもUDEとは限られない)
- ④ ツリーの論理性を検証する。(「論理の規定」を使用する)
- ⑤ 中核問題を特定する。(自分の影響範囲内にあるものにする)

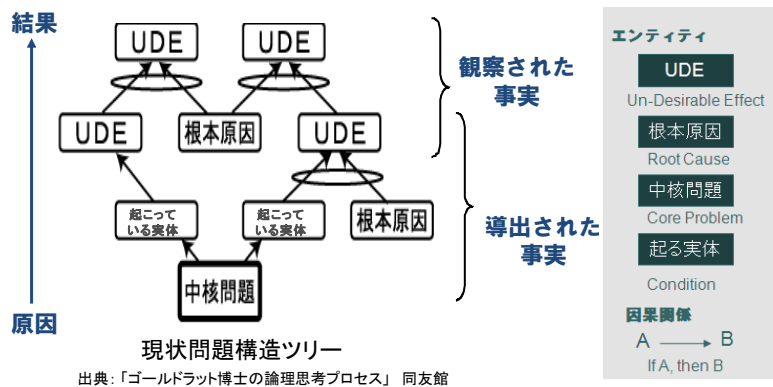


図4 現状問題構造ツリー

ii)論理の規定

「手順4. ツリーの論理性を検証する」際に、以下にまとめた論理の規定を用いると、問題構造の論理的な構築に役立つことが明らかになった。

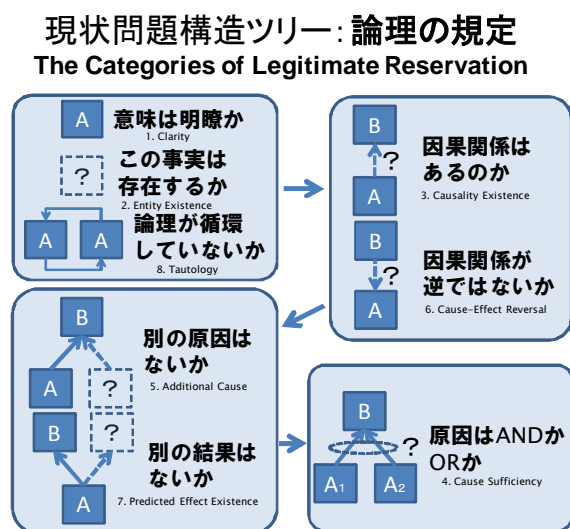


図5 現状問題構造ツリー：論理の規定

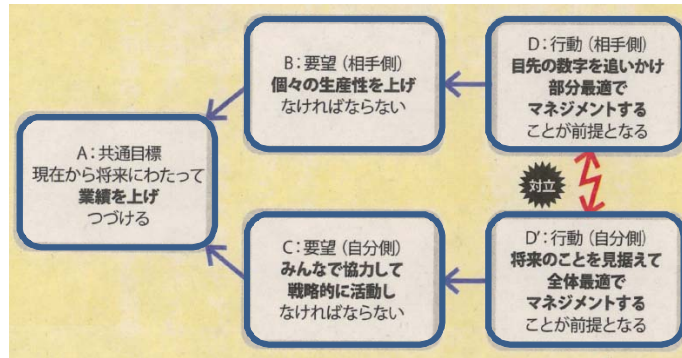
iii)対立解消図

「手順5. 中核問題を特定する」した後は「対立解消図」を構築し、その解決策を話し合うための足がかりとする。

- ① 対立する立場 (D/D') に着目することにより、対立する前提を表現する。
- ② 対立する前提から生じる要望 (B/C) を記述する。
- ③ 異なる要求に共通する対立しないひとつの目標 (A) を明らかにする。
- ④ もっと強く結びつける仮設を見つける。目標・要望、対立間の関係の根拠 (なぜならば) を考える。

## 現状問題構造ツリー：対立解消図

問題全体を見て、もっとも中核的な対立点に着目する



岸良裕司「全体最適の問題解決入門」ダイヤモンド社 (2008)

図 6 現状問題構造ツリー：対立解消図

### iv)中核問題の解消策の提案

問題構造全体を見て、中核的な対立点を見極めたら、対立解消図を構築し、中核問題を解決するための方策を全体で協議する手続きに入る。解決方策は論理的に考えると、以下の4つに大別され、その4方策についてそれぞれ吟味する。

- 妙案：BとCが両立できないと思っているのはなぜか。BとCが両立できる方法は本当にないのか
- Bの要望尊重：D' とするとなぜBが実現できないのか。D' をすることでBできる方法はないのか
- Cの要望尊重：DとするとなぜCが実現できないのか。DをすることでCできる方法はないのか
- B・Cの条件：時と場合によってはDとD' はどういうときに対立するのか。ある条件ではDある条件ではD' は可能か

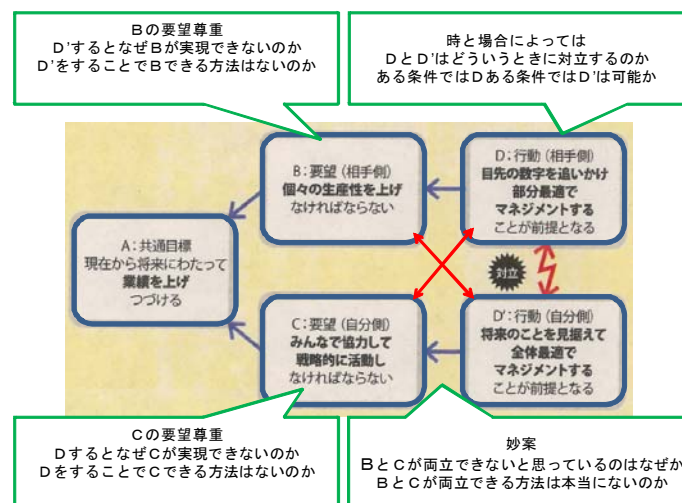


図 7 中核問題の解消策の提案



c) 首都直下地震の問題構造を明らかにするために実施した参画型研究会の実績

参画型研究会は「全体ワークショップ」と研究チームが数名参画する「ファシリテーターワークショップ」の2つを交互に実施した。ファシリテーターワークショップは若手研究者を中心とした、全体ワークショップのグループリーダーを務める人材が、全体ワークショップの成果を整えるために実施した。

<平成 19 年度>

H19.7 <全体>キックオフ・ワークショップ

H19.8 <研究チームから数名が参画> 第1回ファシリテーターWS

H20.3 <全体>下町ワークショップ

<平成 20 年度>

H20.6 <研究チームから数名が参画> 第2回ファシリテーターWS(3回)

H20.7 <全体> 都心ワークショップ

H20.12 <研究チームから数名が参画> 第3回ファシリテーターWS

H21.1 <全体>山の手ワークショップ

d) 参画型研究会において精度化されていく手法とその過程

参画型研究会では、参画した研究者が小グループに別れ、各課題に取り組む形をとった。課題の可視化については、付箋紙を用いて意見を言語的に可視化しながら、その意見カードを模造紙上に配置することで、その関係性を構造的に可視化することで作業を進めた。

i) 平成 19 年度の成果をふまえる

① キックオフ・ワークショップにおける参画型研究会の成果 (H19.7)

参画型研究会では、小グループに別れて、首都直下地震の課題の構造化に取り組んだ。その結果、各小グループが全体問題構造を議論したことで、問題構造に関わる話題が多すぎて、各話題に関わるエンティティの数が少ないという結果となった。下図はキックオフ・ワークショップであるグループが作成した成果物の一例であるが、一例の中に「交通」「情報通信」「行政」「避難生活」「人的被害」「火災」「水害」「教育」「地域」「住民行動」「社会秩序」「住宅」「復興」といった多面的な内容を議論しようとすることで、各問題内容に言及するエンティティの数は少ない枚数に留まった。

## 1. キックオフ・ワークショップ

1つの班が扱う「問題構造の根幹に関わる話題」が多すぎて、結果的に問題構造の根幹を構造化するためには意見カードの数が全体的に不十分な結果となった



図8 第1回全体ワークショップの結果

### ② 第1回ファシリテーターWSにおける成果 (H19.8)

#### A) 首都直下地震のルートコースである地形特性を明らかにする

キックオフ・ワークショップで生成された問題構造は首都における直下型地震の発生を前提として、東京の人口特性・建物特性・経済特性・政治特性などから考えられたものである一方、東京の地形特性を考慮しきれていないこともわかった。その状況を誇張して述べれば、東京都心で高層ビル街が延焼火災で全焼した上に、堤防決壊による長期淡水の中で膨大な避難者が生活するといった議論がなされていた。こうした状況を改善し、より信頼性の高い問題構造を作るために、東京の地理環境を踏まえてルートコース分析を行った。

東京都の地形は、西部の台地とそれを刻む谷、そして東部のその谷を埋める低地で構成されている。このような地形の上に、東京の西部ではアップタウン、東部ではダウントウン、そしてその境においてはCBD (central business district) 都市になっている。この地形特徴を踏まえて、ルートコース分析を行った結果、東京湾北部地震の被害想定における「液状化による建物の被害」「火災による膨大な人的・物的被害」「首都機能の停止による被害の拡大」など被害の特徴は、「東京の都心地域では中枢機能が集中する」「下町地域は砂地盤である」「山の手地域では木造建物が密集する」といった地域の特徴と深く関係があることが明らかとなった。そして、これらの地域特徴による「根本原因」の影響が発散され、「復興しないかもしれない」「失業者が増大する」「全国的に不景気になる」といった「好ましくない結果」に導いてしまうとわかった。

以上のルートコース分析の結果に基づいて、より妥当性・信頼性・利用性の高い首都直下地震の問題構造を完成させるためには、「下町」「都心」「山の手」という地域を分けてテーマ設定をしたワークショップを行うべきと結論付けられた。その結果、さらに3回の全体ワークショップを追加し、問題構造をさらに磨くこととした。

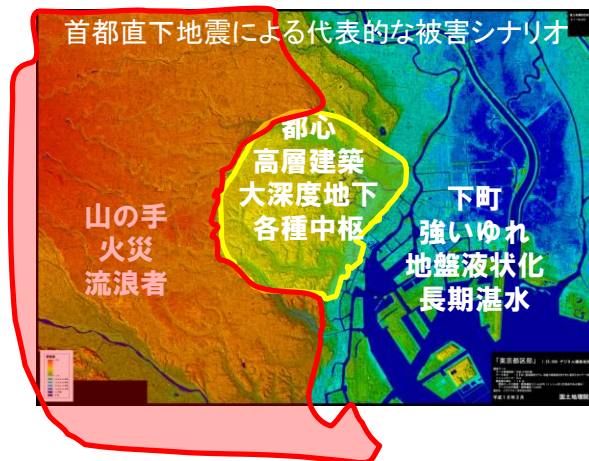


図9 首都直下地震による代表的な被害シナリオ

## B)研究会で創出されたエンティティの集約・整理

各小グループが全体問題構造を議論したことで、問題構造に関わる話題が多すぎて、各話題に関わるエンティティの数が少ないという結果となったため、キックオフ・ワークショップで生成されたエンティティについて集約し、分析する作業を実施した。キックオフ・ワークショップでは、首都直下地震の問題構造に関して合計1,168個のエンティティが生み出された。その中には、事実（UDEとUDE以外の事実）であるものと意見であるものがある。現状問題構造ツリーの作成法は「UDEを抽出する」ことから始まるので、さらに問題構造を磨くために、1,168個のエンティティからUDEであるものだけを使用することにした。

### Step.1：データ・クリーニング

1,168個のエンティティをリストアップし、その内容に対して精査した。その結果1,168個のエンティティは次の4種類に分類されることができた。

- 首都直下地震の好ましくない結果（UDE）：940個
- 首都持つ特殊性・脆弱性（condition）：102個
- 問題に対する対応策（action）：101個
- きわめて抽象度が高いもの（discard）：25個

その中から「きわめて抽象度が高いもの」の25個を除いて、1,143個のエンティティについて、首都直下地震の問題構造に関係のあるとして今後さらに検討すべきと決定した。

### Step.2：内容の集約

1,143個のエンティティには、内容的な重複が見られたので、情報整理法のひとつである親和図法に基づいて、錯綜している1,143個のエンティティをいくつかのグループに集約した。集約するプロセスとして、まず意味のほぼ同じなものを集め近くに並べておく。次に、集めた理由を書き、グループ名とする。その結果は、1,143個のエンティティは662グループにまとめることができた。その際に、「論理の規定」に基づいて、エンティティの内容の「明快さ」についてチェックした。

### Step.3：カテゴリー化

この 662 グループをさらに検討を重ね、41 個のカテゴリーに分けることができた。各カテゴリーにおいて、首都直下地震災害対応の「好ましくない結果」(UDE) に言及したエンティティからまとめられたグループが合計 516 個、首都が持つ特殊性・脆弱性に言及したエンティティからまとめられたグループ (condition) が合計 82 個、問題に対する対応策であるエンティティからまとめられたグループ (action) が合計 64 個あった。

## 2. 第1回ファシリテーターWS

きわめて抽象度の高いもの(Discard):25枚→採用しない

首都直下地震の好ましくない結果(UDE):940枚  
 首都が持つ特殊性・脆弱性(Condition):102枚  
 問題に対する対応策(Action):101枚

662枚に集約→41カテゴリーに分類

ID	カテゴリー名	UDE	action	condition	合計
1	被害	72	2	0	74
2	経済	51	1	0	52
3	資源	41	7	3	51
4	行政	36	0	7	43
5	交通	35	7	8	50
6	復興	35	3	0	38
7	地域	23	0	0	23
8	住まい	22	1	0	23
9	情報	19	7	0	26
10	避難	19	4	0	23
11	社会基盤	19	3	0	22
12	企業	17	1	0	18
13	医療	14	7	0	21
14	避難所	12	2	0	14
15	治安	12	0	0	12
16	火災	11	4	0	15
17	空地	9	0	0	9
18	体制	8	15	0	23
19	要援護者	8	0	0	8
20	帰宅困難	7	2	2	11
22	外国人	7	0	0	7
23	仮設住宅	5	0	0	5
24	学校	5	0	0	5
25	予防	4	2	0	6
26	ゴミ	4	1	0	5
27	救助	3	4	0	7
28	マスコミ	3	1	0	4
29	対応	3	0	0	3
30	安否確認	2	0	0	2
31	耐震	1	4	0	5
32	遺体処理	1	1	0	2
33	外交	1	0	0	1
34	BCP	0	2	0	2
35	首都機能	0	1	0	1
36	集中	0	0	17	17
37	都市	0	0	10	10
38	開発	0	0	5	5
39	建物	0	0	5	5
40	地理	0	0	4	4
41	人口	0	0	3	3
	合計	516	82	64	662

図 10 第1回ファシリテーター WS の結果

### ③下町ワークショップにおける参画型研究会の成果 (H20.3)

下町地域においての首都直下地震で想定される特徴的な被害が「強い揺れ」「地盤液状化」「長期浸水」である点を考慮し、キックオフ・ワークショップの成果と第1回ファシリテーターワークショップの作業結果に基づいて、第2回全体ワークショップ(下町ワークショップ)では、7個以上のエンティティを含むカテゴリー(カテゴリー1~カテゴリー22)を対象に問題構造の明確化を行った。まずこれらの意見をカード化し、作業を開始した。

第1回全体ワークショップにおいては、異なる専門分野を持つ参画メンバー間の交流の促進を目指して小グループ化して作業に取り組んだ。本ワークショップにおいては、各自の専門性が発揮できる分野のカテゴリーでの構造化に参画できるようにグループ分けを実施した。

下町ワークショップでの成果物として、22個の問題構造が構築された。下町ワークショップでは、カテゴリーごとに専門家が作業に取り組んだことで、問題構造の完成度が向上されたが、新たな問題の出現も見られた。下図は「交通(道路)」について作成した問題構造である。この問題では、災害発生後道路と関るそれぞれの問題について詳しく議論され、

17個のエンティティが用いられている。しかし、発災後の様々な問題を取り扱おうとしたため、議論の範囲が広すぎて、課題の取り扱いに重点がなくなり、根本的な課題が見えなくなっていた。その原因には、被害については14個のエンティティを用いて構造化を行ったが、それらの被害からもたらす影響についての検討は3個のエンティティしか言及されなかった。被害が出ることを前提としている「広域危機管理・減災体制の構築に関する研究」では、被害についてよりも、むしろその後はどのような影響がでるについて構造を明確にさせ、問題の核心を構造化させるような教示が必要であることが明らかとなった。

### 3. 下町ワークショップ

1つのカテゴリの中で、発災後の様々な問題を取り扱おうとしたために問題の取り扱いに重点がなくなり、根本的な課題がはっきり見えない

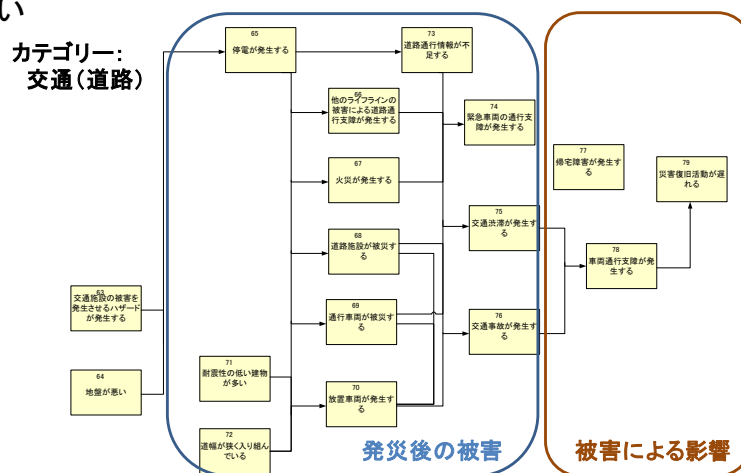


図 11 下町ワークショップの結果

#### ii)平成 20 年度の成果

##### ①第 2 回ファシリテータWS における成果 (H19.8)

##### A)カテゴリ検討に発災後の時間フェーズをおりこむ

下町ワークショップでは、カテゴリごとに専門家が作業に取り組んだことで、問題構造の完成度が向上されたが、発災後の様々な問題を取り扱おうとしたため、議論の範囲が広すぎて、課題の取り扱いに重点がなくなり、根本的な課題が見えなくなっていた。そこで、第 2 回ファシリテータWS における検討の結果、カテゴリに対する検討を集中させるために、22 カテゴリにおける問題構造に関する検討に時間範囲を設けるようにした。

時間範囲を設ける際に、災害対応課題を発災後の時間経過で整理したフレームを用いた。災害対応課題の時間 10 時間から 100 時間までは「命を守る活動」の課題、100 時間から 1、000 時間までは「社会のフローの復旧活動」の課題、1、000 時間から 10、000 時間あたりは「社会のストックの再建活動」の課題、全体を渡って各フェーズの活動に影響を与えるのは「情報と資源の管理」の課題のように 22 カテゴリを下表のように分類した。次回の全体ワークショップでは、各カテゴリにおいて重要と考えられた時間フェーズ内の問題に注目して因果関係を推敲する必要があると指摘した。

## B) 前回全体ワークショップの成果物の整理

現状問題構造ツリーは、幾何的な図形の中の文章を結ぶことで、それまで認識できなかった問題対象の現状を明らかにするものである。それ故、図形のつながり方は中核問題を見つけ問題解決に至るまでの重要なポイントとなる。しかし、下町ワークショップの成果物は TOC の論理思考プロセスの記述ルールによりまだ不十分なところがあると考えられた。今後下町ワークショップの成果物をよりよく利用するため、ファシリテータが TOC の論理思考プロセスの記述ルールに忠実に従って成果物の再考作業を行った。

一方で、成果物の再考作業により TOC の論理思考プロセスに従った問題を構造化するノウハウがまとめられ、次回の全体ワークショップで参画者と共有し、問題構造を解明するパフォーマンスを向上させることが期待できる。

「成果物の再考作業」作業の手順：

Step.1：既存の成果物を理解する。

「成果物の再考作業」の対象となる成果物を改めて読み、参画メンバーがこの成果物を通して、どのようなメッセージを伝えたいのか、どのような問題を注目しているのかを理解する。

Step.2：問題構造の根拠を整理する

全体ワークショップで作った問題構造から問題対象への認識をまとめ、修正された問題構造に根拠をつける。

Step.3：問題構造をなおす

Step.2 でまとめられた問題構造の根拠に従って、「If A then B」の形式で、原因から結果へと向かうように、問題構造を再考する。その際に、論理が通るように必要なエンティティを新たに問題構造に付加する。

## 4. 第2回ファシリテータWS

1つのカテゴリーで、重点的に扱うべき対応の時間範囲を設けた

災害対応課題	1Hrs	10Hrs	10 <sup>2</sup> Hrs	10 <sup>3</sup> Hrs	10 <sup>4</sup> Hrs	10 <sup>5</sup> Hrs
失見当 Disorientation	■	///	///	///	///	///
命を守る活動 Response	///	■ 医療 火災 避難 治安	///	///	///	///
社会のフローの 復旧活動 Relief	///	///	■ 帰宅 困難者 情報	■ 交通、社会基盤 避難所、衛生 要援護者、 外国人	///	///
社会のストックの 再建活動 Recovery	///	///	///	///	■ 住まい 企業 経済 復興	///
情報と資源の管理 Logistics/Planning	■	///	■ 資源、空地、行政、体制	///	///	///

図 12 第2回ファシリテータ WS の結果

## ②都心ワークショップにおける参画型研究会の成果（H20.7）

都心地域においての首都直下地震で想定される特徴は「高層建築」「大深度地下」「各種中枢に関する被害が深刻」である点を考慮し、第3回全体ワークショップ（都心ワークショップ）に取り組み、キックオフ・ワークショップと下町ワークショップの成果およびファシリテーターワークショップの分析結果の上で、都心地域での首都直下地震の問題を集中的に検討し、首都直下地震の問題構造をさらに明らかにした。

全体ワークショップにおいて達成すべき目標の振り返りから始まった。その後、下町ワークショップの成果についての整理プロセスと整理結果を紹介し、プロジェクトの進捗状況に関する情報を共有した。特に、第2回ファシリテーターワークショップの「成果物の再考作業」作業のステップを紹介することにより問題構造を解明するノウハウを共有した。「成果物の再考作業」作業のプロセスへの理解の上で、都心地域における首都直下地震の問題構造の作業が始まった。参画者は各自のカテゴリーの内容に時間範囲を加えて問題構造の解明を行った。190分間の作業を終えて、各グループの代表に成果物について紹介してもらうことと全員でプロジェクトマネージャーによる評価を共有することにより、本日の成果について共通認識を持つようにした。

都心ワークショップでは、これまでの経験を踏まえて、地理要素・時間要素などを考慮して、19個の問題構造が作成された。「交通（道路）」について、発災後1,000時間以内の社会フローの復旧に関する問題を中心にして作られた問題構造である。因果関係を56個のエンティティで詳しく表現されている。しかし、都心ワークショップでも以下の2つの問題が現れた。

提示された問題：

A) 今後問題構造分析の成果をどのように使用するのがわからない

何回もワークショップで構造化の作業が繰り返され、これまでの経験を踏まえて、作成された問題構造の完成度が高まったと言える。都心ワークショップで完成された「完成度の高い問題構造」について、問題構造で分かった因果関係が、今後どのように災害対策策定に利用されるかが参加者にとって理解されず疑問となった。何のために構造化をしているという疑問を抱えたままであれば、今後の問題構造作業のパフォーマンスに影響を与えると考える。

B) 構造化しにくいカテゴリーがある

都心ワークショップまで作業の進行手順が改善され、作成された問題構造の完成度が一般的に高まったと言える。しかし、それでも因果関係についての整理が十分になされたとは結論できない問題構造はまだ少なくはない。これらの構造化しにくいカテゴリーについて、どのような作業の進め方をすべきかについて今後検討が必要である。

## 5. 都心ワークショップ

問題構造が重層化し、根本問題を明らかにするために全体像を構造化することが難しい→問題構造をどのように対策に生かすか

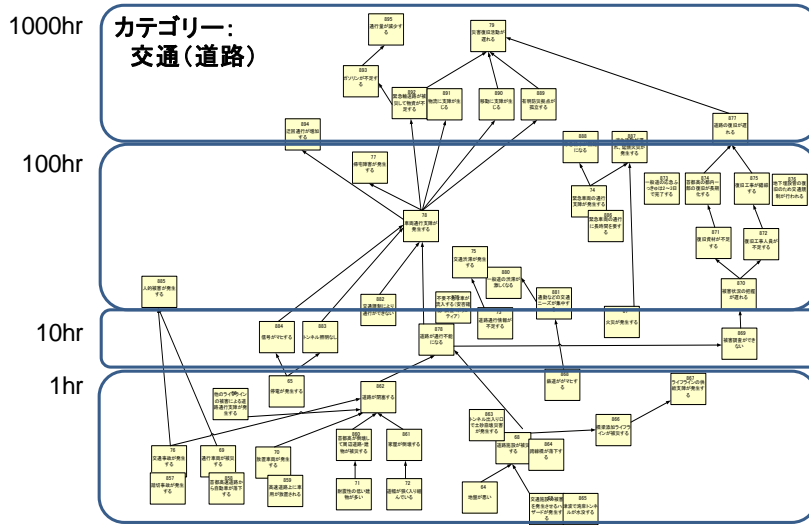


図 13 都心ワークショップの結果

### ③第3回ファシリテータWSにおける成果 (H20.12)

#### A)論理思考プロセス目標の再確認

都心ワークショップで提起された完成した問題構造をどのように使うのかという疑問を答えるため、TOCの論理思考プロセスの達成すべき目標を再確認した。TOCではボトルネックの解消を問題解決と考える。論理思考プロセスでは、論理構造の明確化を通して、その問題構造に潜む「根本的な対立(中核対立)」を同定し、その解決法を探すことを行っている。これまでのワークショップでは、TOCの論理思考プロセスの目指す目標は中核対立を見出すために論理構造の明確化を行ってきた。ある程度問題構造の明確化がなされた段階で、それは中核対立を明示させ、中核対立に基づいて解消策を提示するのが防災対策になることを再確認した。

論理思考プロセスに厳密に従うと、本来は現状問題構造ツリーにより中核の対立を明確にして、そこから対立を解消するための対策を考えだして、さらに現状問題構造ツリーをもってこの対策は現状を改善させたかどうかを検証するというステップが提案されている。しかし、地震災害は極めて複雑な様相を持つ。特に、首都直下地震の場合、このようなステップに従えば、きわめて膨大な作業時間を必要とすると考えられる。一方で、限られた時間内に有効な対策の立案が求められる首都直下地震の問題構造の明確化では、きわめて複雑の現状問題構造ツリーの完成を迫及してから中核対立を明確にするより、ある程度現状問題について議論して、その議論からえられた認識にもとづいて中核対立を明確にし、明確になった中核対立を中心にすえて現状問題構造ツリーを完成させていく方法がより迅速に目標達成につながると考えた。

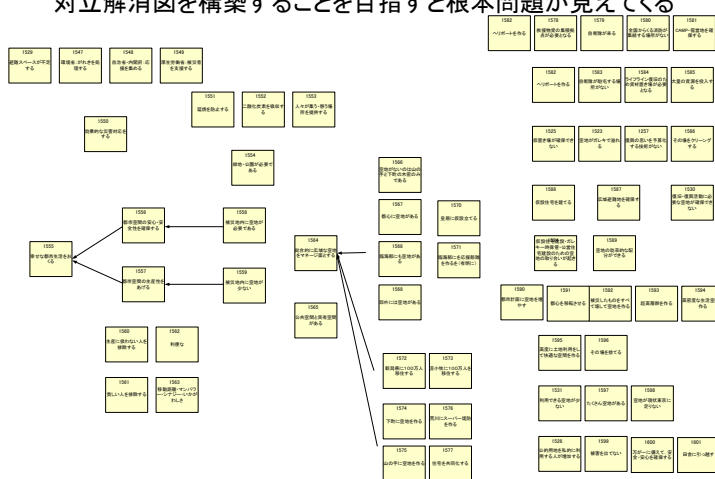
この結論に基づいて、カテゴリ「空地」を事例として、中核対立を明確化させる作業を試験的に実施した。その結果、これまで「空地」の現状問題構造ツリーを構造化するた



めに考えられたエンティティの一部を用いて、中核対立を明示することが可能であることが明らかになった。下の図に示すように「空地」問題においては、「被災地内に空地が必要である」と「被災地内に空地が少ない」という中核対立の存在が同定され、それ解消するための複数の対策案を提案できた。このように、ある程度の問題の構造化が完成した段階で中核対立について対立解消図を作成するという作業手順の採用は有効であるといえる。

## 6. 第2回ファシリテータWS①

対立解消図を構築することを目指すも根本問題が見えてくる



## 6. 第2回ファシリテータWS②

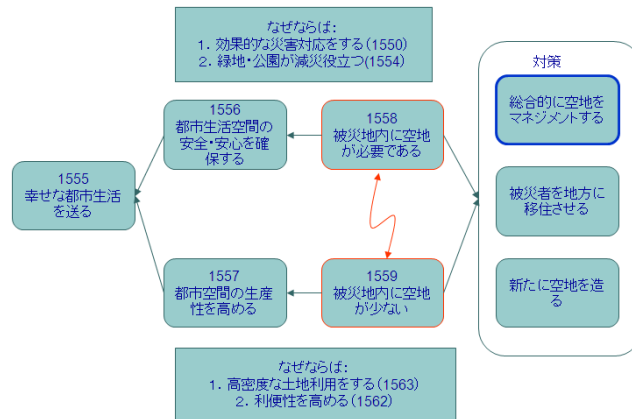


図 14 第 2 回ファシリテータ WS の結果①・②

## B) Super Structure (社会モデル) の明示

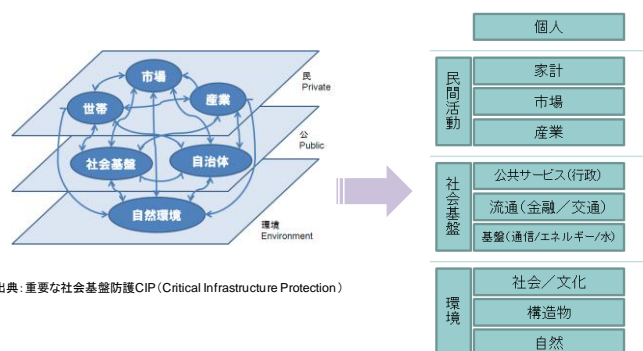
構造化しにくいカテゴリーに対しては、カテゴリー間の Super Structure から問題構造を検討する必要があると結論できた。米国における国土安全保障に関する科学技術研究開発のなかで「重要な社会基盤防護 CIP (Critical Infrastructure Protection)」に関する研究では<sup>9)</sup>、一般的に社会基盤システムは3層からなるものと説明されている。もっとも基底となるのは、水、エネルギー、通信というもっとも基本となる社会基盤である。それらを利用しつつ第2層目の金融や交通システムが機能する。それら2層の社会基盤システムが提供する機能を利用しつつ、物流、食糧確保、防災、医療、教育といった各種社会サービスを提供する最上層を形成するというモデルである。

このモデルは公的な社会活動をなす主体が3層に分類でき、各層間は機能を介して連結しているという考え方を提起している。同様に民間活動を見ると、そこには産業、市場、家計という3層の存在が指摘でき、それらが機能を介して結合していると考えられる。さらに公的な社会活動は地震災害のように環境の異変の影響によって、その活動が左右されることから、社会活動の層の下に、それらの機能を規定する環境の層の存在も示唆される。この環境の層では、もっとも基底となる自然環境の層、その上に構築される施設構造物の層、それらをもとに営まれる社会・文化の層である。これまでの議論をまとめると、社会は相互に機能で結ばれた都合9層で構成される社会活動としてモデル化できることになる。ここれを社会構造の Super Structure とよぶ。

これまでの社会構造の Super Structure モデルを地震災害に当てはめてみると、地震災害によって発生する問題は社会構造の Super Structure モデルのどこかの層で発生するといえる。これまで分析してきた22個の問題構造についていえば、問題構造がひとつの層に集中しているものもあれば、複数の層に分散しているものもあることがわかる。今まで完成した問題構造の中で、構造化が完成に近いカテゴリーは単一の層にエンティティが集中するものが多かった。一方、構造化しにくいカテゴリーでは、複数の層にまたがってエンティティが存在している場合が多いことが明らかになった。この発見を踏まえ、問題構造が社会構造の Super Structure モデルのどの層に関わるものかを考慮しながら、今までの問題構造の成果物を完成度(かかわるレイアウトに関する問題の因果関係は分析できたかどうか)を整理さいてみると、単一層で収束する「交通」「避難」「医療」「避難所」「火災」は完成度が高いことが確認された。

## 6. 第2回ファシリテータWS③

被害を受けたり、対応の主体となる社会システムの構造を意識して、全体像を構造化する



出典: 重要な社会基盤防護CIP (Critical Infrastructure Protection)

## 6. 第2回ファシリテータWS④

社会システムの構造の多層にわたる課題は、全体構造の完成度がより困難であった

カテゴリID	カテゴリ	個人		民間活動			社会基盤			環境		評価 濃淡:完成度 高→低 緑:完成 度低
		個人	家計	市場	産業	公共サービス	流通(金融・交通)	通信・エネルギー・水	社会・文化	構造物	自然	
13	医療											
14	避難所											
16	火災											
5	交通											
21	衛生											
15	治安											
22	外国人											
4	行政											
19	要援者											
20	障害者											
10	避難											
12	企業											
11	社会基盤											
18	体制											
2	経済											
8	住まい											
7	地域											
6	産業											
9	情報											
3	資源											
17	防災											
1	被害											

図 15 第2回ファシリテータ WS の結果③・④

### ③山の手ワークショップにおける参画型研究会の成果 (H21.1)

山の手ワークショップでは、山の手地域においての首都直下地震で想定される特徴である「火災・流浪者に関する被害が深刻」である点を考慮した。それに加えて、いままでの全体ワークショップの成果とファシリテーターワークショップの分析結果をもって、完成度の高いカテゴリ以外の内容について、中核対立を中心とした問題構造を完成させることに力点を置いた。

本ワークショップは全体ワークショップの最終回として、「首都直下地震防災・減災プロジェクト」における「広域危機管理・減災体制の構築に関する研究」の今後の進む方向を共有することから始まった。その後、いままでのワークショップの成果について紹介し、プロジェクトの進捗状況に関する情報を共有した。続いて、山の手ワークショップでの作業のポイントとなる対立解消図の考え方について紹介し、山の手地域における首都直下地震の問題構造の作業と中核対立を明確にする作業を始めた。参画者は検討するカテゴリの位置づけを意識しながら、作業を行った。180 分間の作業を終えて、各グループが成果物について紹介を行うことと全員でプロジェクトマネージャーの評価を共有することにより、本日の成果について共通認識を持つようにした。

成果物：山の手ワークショップでは、今までの経験を踏まえ、地理、時間、レイアウト、対立などの要素を考慮して、因果関係について詳しく分析した。その結果、8 カテゴリーに対して中核対立の検討し、12 個の問題構造を作り上げた。「企業」について整理した問題構造について詳細に見ると「人をきらざるを得ない (1696)」と「人を切ってはいけない (1697)」という対立からはじめ、下半部は企業での産業に関する問題についての議論となり、上半部は企業の問題から市場への影響についての議論となっている。

山の手ワークショップでは、中核対立を中心に問題構造を解明していたので、問題構造を解明する価値を実感でき、今後の目標を見えてきて、作業はかなり進んだと考えられる。一方、視点を変えると、中核対立も変わっていくので、時間をかけていろいろな視点から考えて問題構造を作る必要があるとわかった。

## 7. 山の手ワークショップ

### 成果例: 企業

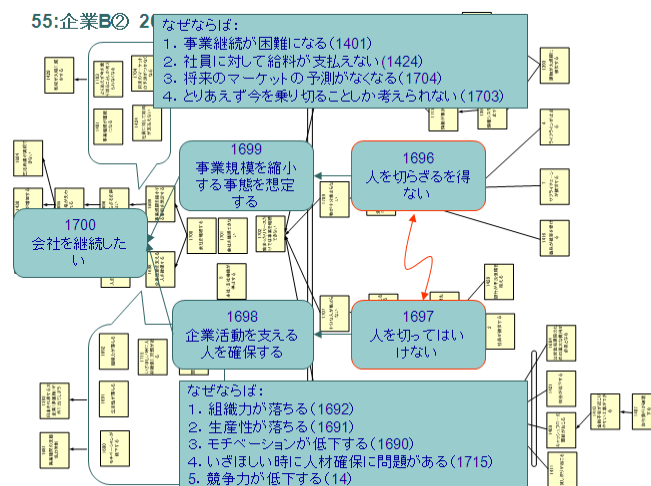


図 16 山の手ワークショップの結果①

## 7. 山の手ワークショップ

### 成果例: 企業

企業の問題構造から考えた対策:



図 17 山の手ワークショップの結果②

## (C) 結論ならびに今後の課題

### 1) 研究活動のまとめ

TOC の論理思考プロセスに従って、4 回の全体ワークショップと 3 回のファシリテーターワークショップを経て、首都直下地震の問題構造に関するエンティティが増え、問題構造が明らかになってきた。当初は考え出したエンティティの数が少なく、作成された問題構造も妥当性と信頼性が十分なものではなかった。ファシリテーターワークショップを通して、問題構造の解明の進め方を検討し、その結論を次回の全体ワークショップに運用させて、最後は専門家の活躍により、首都直下地震の問題構造を解明することができた。TOC 論理思考プロセスを用いてワークショップを通した首都直下地震の問題構造解明手法は以下の 4 点の効果があると考えられる。1) TOC 論理思考プロセスは災害に関する全体像の作成において、どのように使うべきかの手続きが明らかになった。2) 数回のワークショップを通して、問題構造の作業を繰り返して、問題構造のプロセスが見えてきた。3) 首都直下地震全体ワークショップおよびファシリテーターワークショップを通して、首都直下地震の問題構造が作成され、14 個の対立が存在することがわかった。4) 首都直下地震で対応すべきボトルネックとなる課題を発見することができた。

### 2) 明確になった中核問題

4 回首都直下地震全体ワークショップおよび 3 回ファシリテーターワークショップを通して、首都直下地震について 22 カテゴリーの問題構造が作成され、その中 14 個の対立を明らかにさせた。これらの問題構造と対立に基づいて、効果的な首都直下地震防災・減災対策の策定が期待できる。

表1 中核問題のまとめ

カテゴリー	最終ワークショップ	問題構造の内容	対立
交通(鉄道)	都心ワークショップ	代替機能の問題群, 帰宅困難者の問題群	
交通(道路)	都心ワークショップ	道路管理機能の問題群, 交通渋滞の問題群, 道路復旧の問題群	
避難	下町+ファシリテーターワークショップ	避難できない人の問題群, 避難したくない人の問題群	
医療	都心ワークショップ	病院収容能力の問題群, 医療機関設備被災の問題群, 医師・看護婦不足の問題群	
避難所	下町+ファシリテーターワークショップ	物理キャパシティ不足の問題群, 避難所運営の問題群	
火災	下町+ファシリテーターワークショップ	生活影響になる問題群, 経済影響になる問題群	
地域	山の手ワークショップ	全地域の資源配分の問題群, 自分の地域の資源配分の問題群	D: 全体としての都市計画を見据えて, 全体最適(八都県市の)資源を配分する D': 自分の地域へ必要な資源を集中(調達)させる努力する
要援護者	山の手ワークショップ	福祉・介護サービスの問題群, 都市匿名性の問題群	D: 個別避難支援プランを作りたい D': 都市の匿名性を尊敬したい(知られたくないから知りたくない)
通信(情報)	山の手ワークショップ		D: 通信が被災して使えない D': 確実に使える返信が必要である
企業A	山の手ワークショップ	企業自身の問題群, 金融機関の問題群	D: 販売・生産を続けたい D': もの(財)が作れない
企業B	山の手ワークショップ	資金確保の問題群, 人材確保の問題群, 物資確保の問題群, 情報確保の問題群	D: 人を切ってはいけない D': 人を切らざる得ない
社会基盤(電力)		短期停電の問題群, 長期停電の問題群	
社会基盤(水道・ガス)	山の手ワークショップ	震災後の復旧の問題群	D: 早期復旧可能な「体制」とする D': 平常時から体制を確保するのは非効率的である
社会基盤(水道・ガス)	山の手ワークショップ	事前対策の問題群	D: 施設の耐震化が必要である D': 健全な経営を維持する
社会基盤(水道・ガス)	山の手ワークショップ	緊急対策の問題群	D: バックアップ, 設備, 備蓄を充実する D': めったに使わないので他の用途に使用する
衛生	山の手ワークショップ	環境悪化の問題群, 抵抗力低下の問題群, 伝染確率の増加の問題群, 病原体の増加の問題群	D: サービス提供場所を限定させる D': 個別・分散的なサービスを提供する
帰宅困難者	山の手ワークショップ	交通サービス停止の問題	D: 点検のための停止時間を減らす D': しっかり安全確認する
帰宅困難者	山の手ワークショップ	遠距離通勤者の集中問題	D: 大都心の分散・縮小を推進する D': 経済活動の高度化・集約化・分業化・ソフト化・情報化を確保する
帰宅困難者	山の手ワークショップ	徒歩帰宅者の同時集中問題	D: 帰宅交通量を分散させるため D': の全体調整を行う徒歩帰宅者の判断に任せる
住まい	山の手ワークショップ	人口流失の問題群, 公営住宅の問題群	D: 公営住宅の建設・維持管理にコストがかかる D': 人口が減って産業が衰退し, コミュニティも崩壊し, 税収が減る
住まい	山の手ワークショップ	仮設住宅の問題群, 建築用地の問題群	D: 建設用地が不足する D': 密集市街地が残る
治安	山の手ワークショップ	犯罪の種類, 防犯力の問題群	

### 3) 今後の課題

本研究により精度化した手法により、首都直下地震における 22 カテゴリーの問題構造と 14 個対立図が作られた。その中、完成度の高い首都直下問題構造についてどのように有効な運用するのが今後の課題である。今後は明らかになった首都直下地震問題構造をさらに精緻化しながら、量の推定を行い、定性のみならず定量的にも、首都直下地震の問題構造の中核的な課題について、具体的な解決策を検討する方向に進んでいく予定である。

## 来年度以降の方針

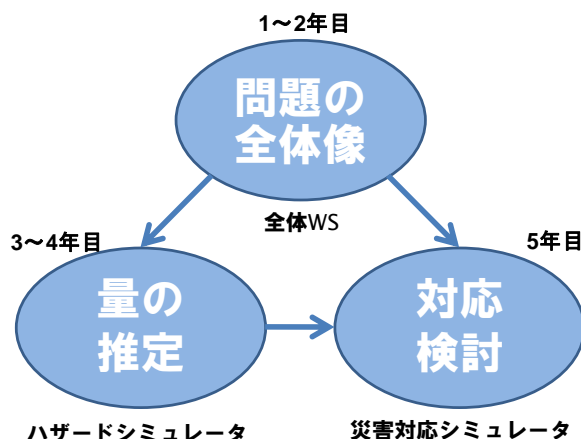


図 18 来年度以降の方針

### (d) 引用文献

- 1)中央防災会議：首都直下地震対策大綱, pp,3-5 ,2005.
- 2)地震調査研究推進本部：地震調査委員会,公表,2004.
- 3)中央防災会議：被害想定について,pp2-3,2005
- 4)Albeverio S.・Jentsch V.・Kantz H.：Extreme Events in Nature and Society, 2006, Springer, Fig.15.1.Causality network of earthquakes
- 5)林春男：率先市民主義,晃洋書房,pp51-52,2001
- 6)内山春幸・中井洋子：ゴールドラット博士の論理思考プロセス,同友館, pp1-135,2007
- 7)[http://www.komazawau.ac.jp/~yasushi/research/digital\\_map/Tokyo5m-DEM/document\\_j.htm](http://www.komazawau.ac.jp/~yasushi/research/digital_map/Tokyo5m-DEM/document_j.htm)
- 8)岸良裕司：全体最適の問題解決入門,ダイヤモンド社,pp1-116,
- 9)[http://www.lanl.gov/orgs/chs/biip/cip\\_dss.shtml](http://www.lanl.gov/orgs/chs/biip/cip_dss.shtml), Critica, Infrastructure Protection Decision Support System -Department of Homeland Security, Research & Development.

### (e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
なし				

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所（雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
応急対策から復旧・復興対策までを包括的にとらえ、被害の軽減を目指す	林春男	地震本部ニュース	2008.11	国内

Special Issue on “Crisis Management Following Tokyo Metropolitan Near Field Earthquake”	Haruo Hayashi	Journal of Disaster Research Vol.3 No.6	2008.12	国際
---	---------------	---	---------	----

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 (記事タイトル)	対応者氏名	報道・掲載機関 (新聞名・TV名)	発表時期	国際・国内の別
なし				

(f) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
なし	

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成21年度業務計画案

「効果的な研修・訓練システムの確立」全体の成果を統合する総括班的機能を持つ課題として、平成21年度は以下の研究を行う。

a) 首都直下地震の発生が持つ問題構造の全体像を解明し、研究者間で問題認識の統一を図るための全体会議を2回実施する。具体的には、首都圏各地の巡検とワークショップを組み合わせ実施し、ボトルネックとなる課題については定量化を試みる。

b) 各研究チームの成果を研究者間および8都県市の防災担当実務者と共有するために「8都県市首都直下地震対策研究協議会」の原則毎月開催を継続し、「首都直下地震防災対策特別措置法」に関する特別研究チームを研究者と実務者で構築する。

c) 能動的な学習の実践方法の開発と普及のため、各種研修・訓練事例のベストプラクティスを収集を継続し、「単元構想図」としてまとめる。

d) 研修・訓練用コンテンツの充実と体系化のため、既存の優れた教材を収集し、インストラクショナル・デザインの原則を踏まえて「指導案」としてまとめる。

e) 大都市大震災軽減化特別プロジェクトの研究成果を活かして、研究者の情報交換と研究支援を行うために安政江戸地震シナリオにもとづく地震ハザードプラットフォーム、災害対応実務者の訓練を行う災害対応シミュレータの首都圏直下版の開発を継続する。

f) 大規模災害からの復興過程をモニタリングするためニューヨークローワーマンハッタンでの9/11からの復興及びハリケーンカトリーナからの復興の現地調査を行う。

収集分析された研修・訓練システムに関する知見を研究者間で広く共有できるよう、情報発信用ホームページを更新する。

g) これまでのGISを用いた危機対応の効率化に関する研究成果をJournal of Disaster Researchの特集号として英文で刊行する。



h)アメリカ・ボルダーで開催される **Natural Hazard Workshop** に出席し、当プロジェクトの報告を行うこととで、国際的な研究協力を獲得・促進する。