今、関東で大地震が起こったら：過去100 年間における社会変容と学術的な発展からの展望

目黒 公郎(東大生研)・松島 信一(京大防災研)

災害現象の考え方(「災害は進化する」というが. . .)

ハザード(自然の脅威) → 受ける社会の特性 → 出現する(物理・社会)現象

INPUT → SYSTEM → OUTPUT

誘因

外力(降雨量、風速、地震の揺れなど)

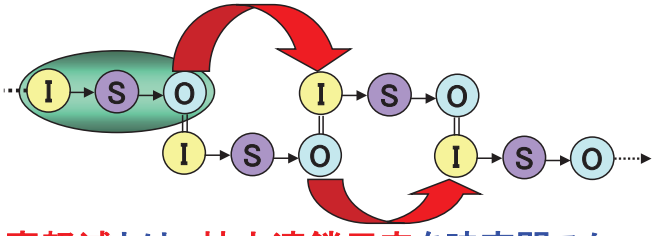
素因

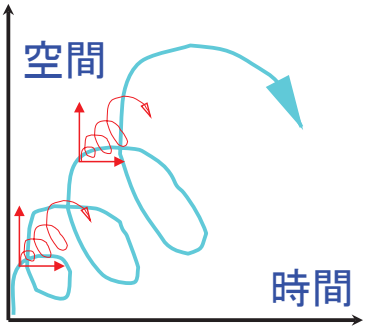
地域特性/社会システム

- 自然環境特性(地形, 地質, 気候, etc)
- 社会環境特性(人口分布/密度、インフラの特性、政治, 経済, 宗教, 文化, 歴史, 教育, 防災対策, etc)
- 時間的要因(季節, 曜日, 時刻, etc)

閾値(しきいち)を越えると災害/被害

(a)災害発生のメカニズム





災害軽減とは, 拡大連鎖反応を時空間スケールで小さい時に如何に断ち切るかにかかっている.

(b)巨大災害のメカニズム

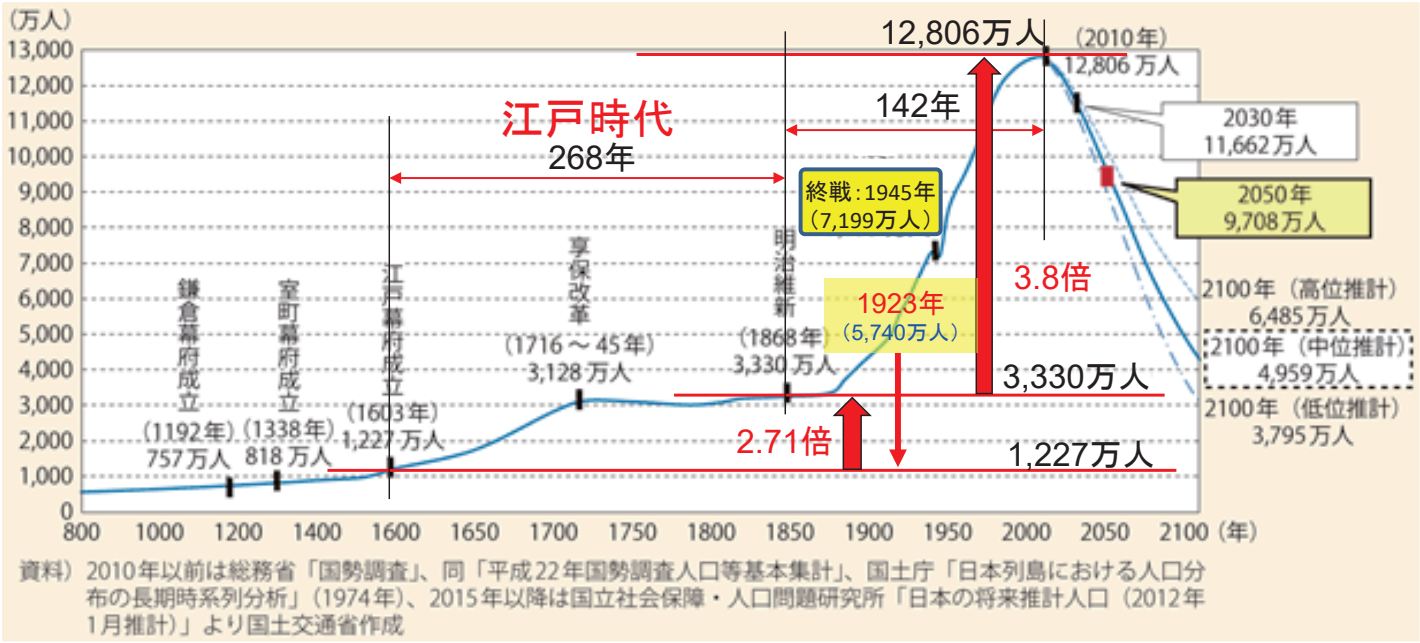
大正関東地震と関東大震災

発生:1923(大正12)年9月1日11:58:32、相模トラフを震源(M8クラス)

一般に語られる被害概要:
・全潰(倒壊や崩壊の意味)建物が約11万棟、・全焼が21万2千余棟
・死者・行方不明者:約10万5千人、その87.1%(約9万2千人)が焼死者
　東京府(66.8%)と神奈川県(31.2%)で全体の98%
・流言飛語:死者の1から数%(1000人から数千人)
・強震動による被害(南関東の広域、特に神奈川県中心):建物倒壊、液状化による地盤沈下、崖崩れや地滑り、沿岸部での津波。
・建物被害による死者・行方不明者:1万1千余人(阪神・淡路大震災の2倍)
・津波による犠牲者:200~300人(1993年北海道南西沖地震による津波の犠牲者よりも多い)、静岡県熱海(12m)、千葉県館山(9.3m)、鎌倉由比ヶ浜(9m)、洲崎(8m)、逗子、鎌倉、藤沢の沿岸(5~7m)、神奈川県三浦(6mなど))
・土砂災害による犠牲者:700~800人(小田原の根府川駅での列車転落事故では、山津波(土砂崩れ)によって列車が海中に没し、そこに津波が押し寄せ100人超の犠牲者。
・経済被害:45億円~65億円(当時のGNP(約152億円)の30~44%、一般会計歳出(約15億円、軍事費約5億円を含む)の約3~4.3倍に相当)

その他:
・後藤新平の帝都復興計画とまちづくり
・市街地の拡大と地盤災害、長周期地震動(4秒から10秒)問題

日本全体の人口の変化



資料) 2010年以前は総務省「国勢調査」、同「平成22年国勢調査人口等基本集計」、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)、2015年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(2012年1月推計)」より国土交通省作成

首都圏の人口の変化（1）

- 明治維新時の東京の人口：120万から130万人
- 武士を除く人口は67万人（武士は自分の藩に戻った）

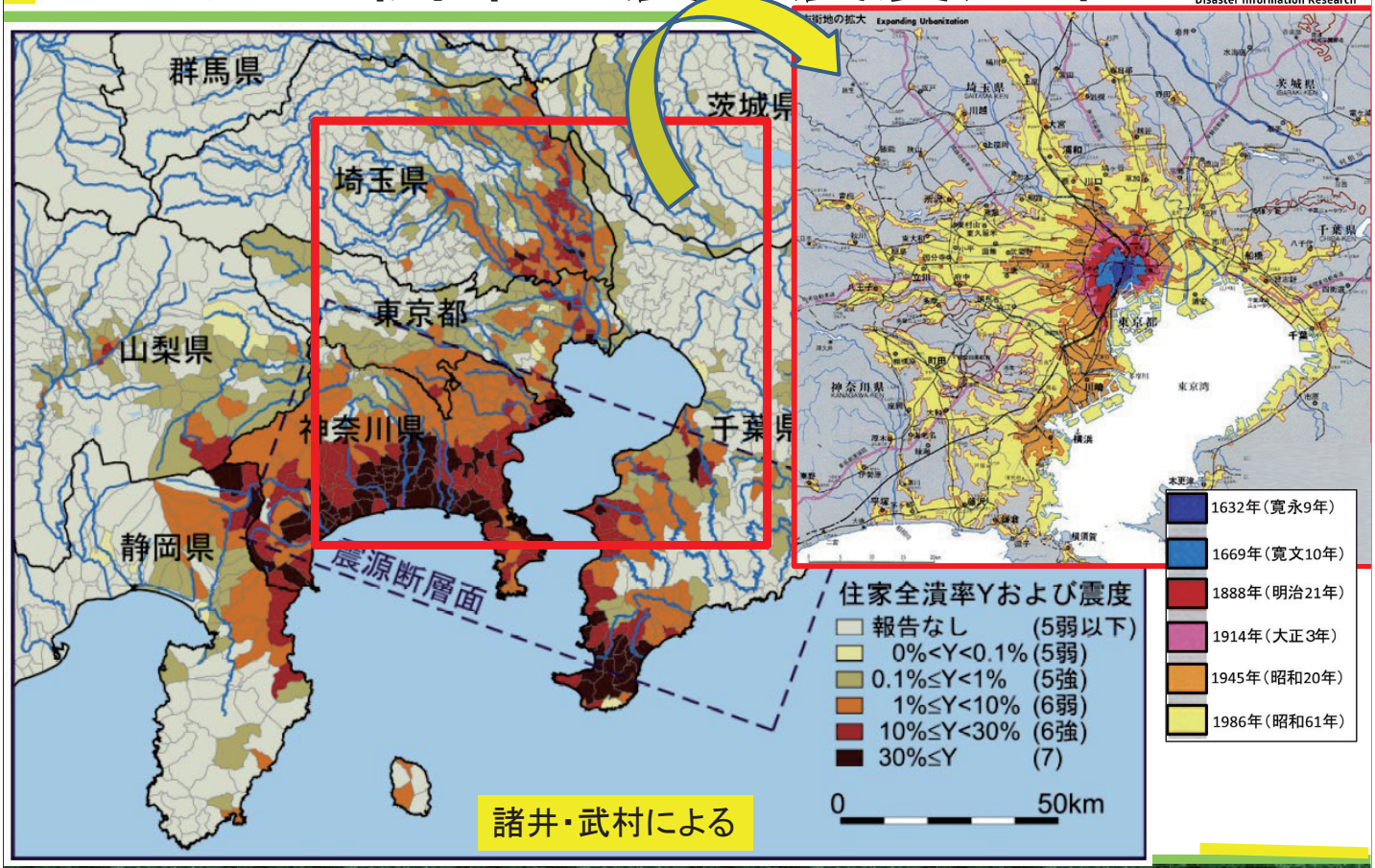
	1873年 (明治6年)	1875年 (明治8年)	1922年 (大正11年)	2015年 (平成27年)	人口増加率 (1922/1873)	人口増加率 (2015/1873)
全国	33,110,825	33,625,678	57,390,100	127,094,745	1.73	3.84
東京都(府)	779,361	830,935	3,984,200	13,515,271	5.11	17.34
神奈川	492,714	502,504	1,380,800	9,126,214	2.80	18.52
埼玉	426,989	435,436	1,341,100	7,266,534	3.14	17.02
千葉 （木更津県 ＋印旛県）	1,024,023	1,043,189	1,354,300	6,222,666	1.32	6.08
4都県	2,723,087	2,812,064	8,060,400	36,130,685	2.96	13.27
首都圏の人口比	8.22	8.36	14.04	28.43		

首都圏の人口の変化（2）

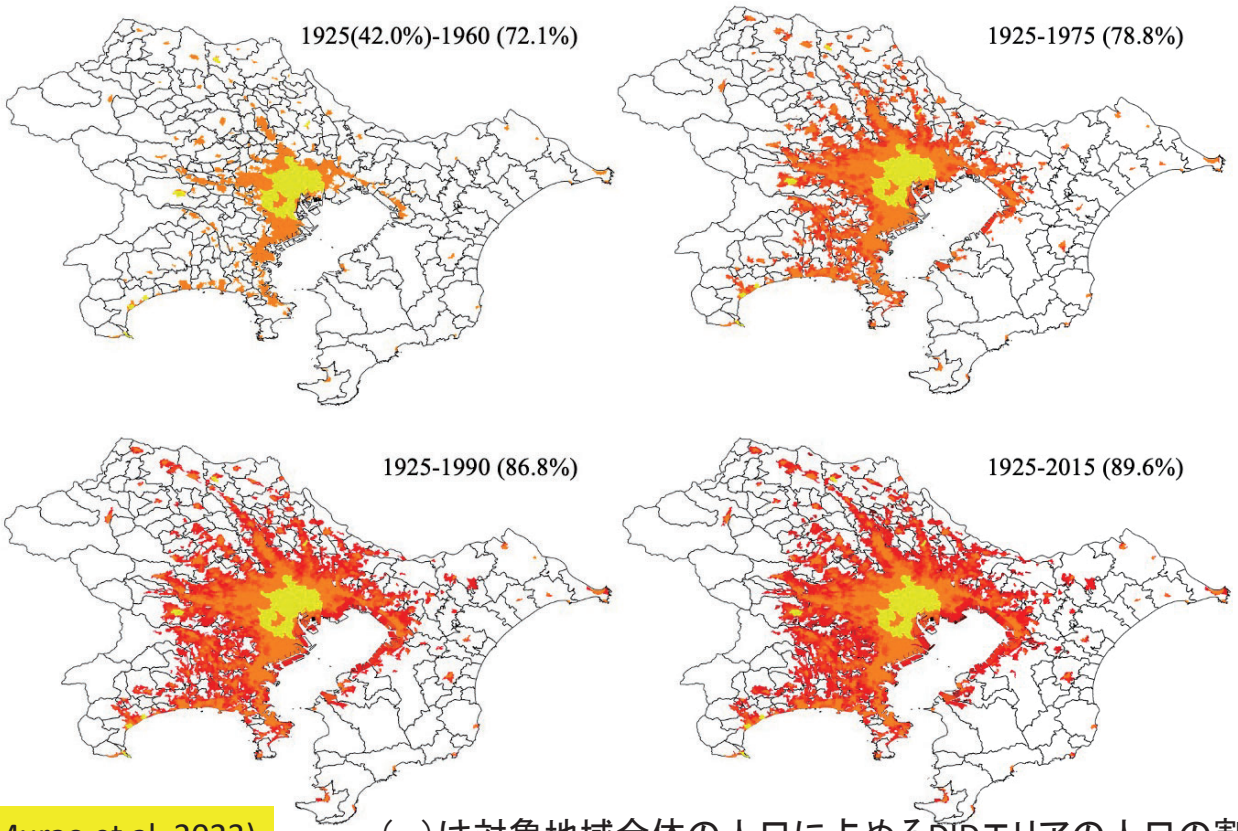
- 関東大震災当時（1923年）との比較では

	1922年 (大正11年)	2015年 (平成27年)	人口増加率
全国	57,390,100	127,094,745	2.2
東京都(府)	3,984,200	13,515,271	3.4
神奈川県	1,380,800	9,126,214	6.6
埼玉県	1,341,100	7,266,534	5.4
千葉県	1,354,300	6,222,666	4.6
首都圏 （4府県合計）	8,060,400	36,130,685	4.5

大正関東地震の震度分布



DIDエリアの拡大の様子

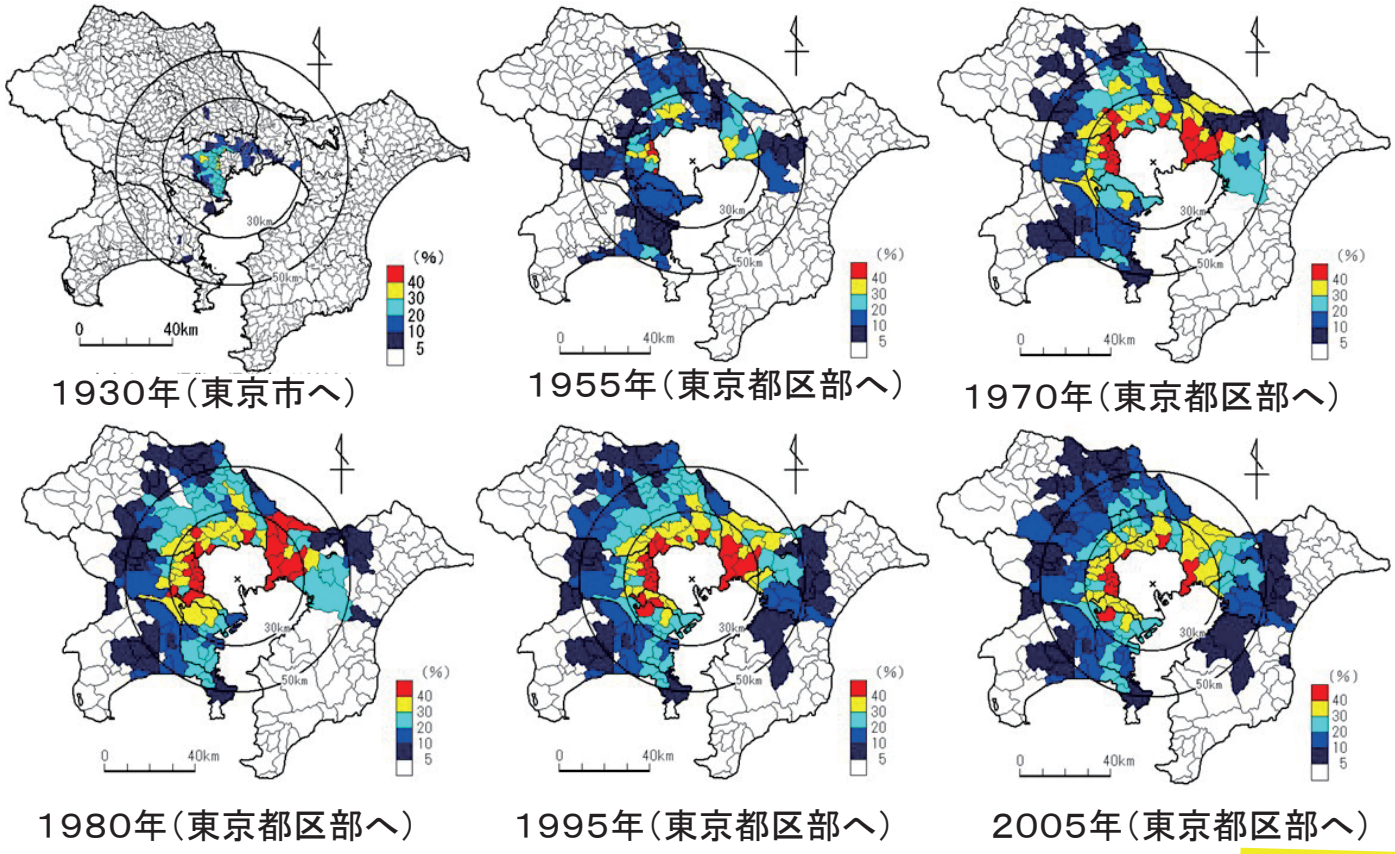


(Murao et al, 2023)

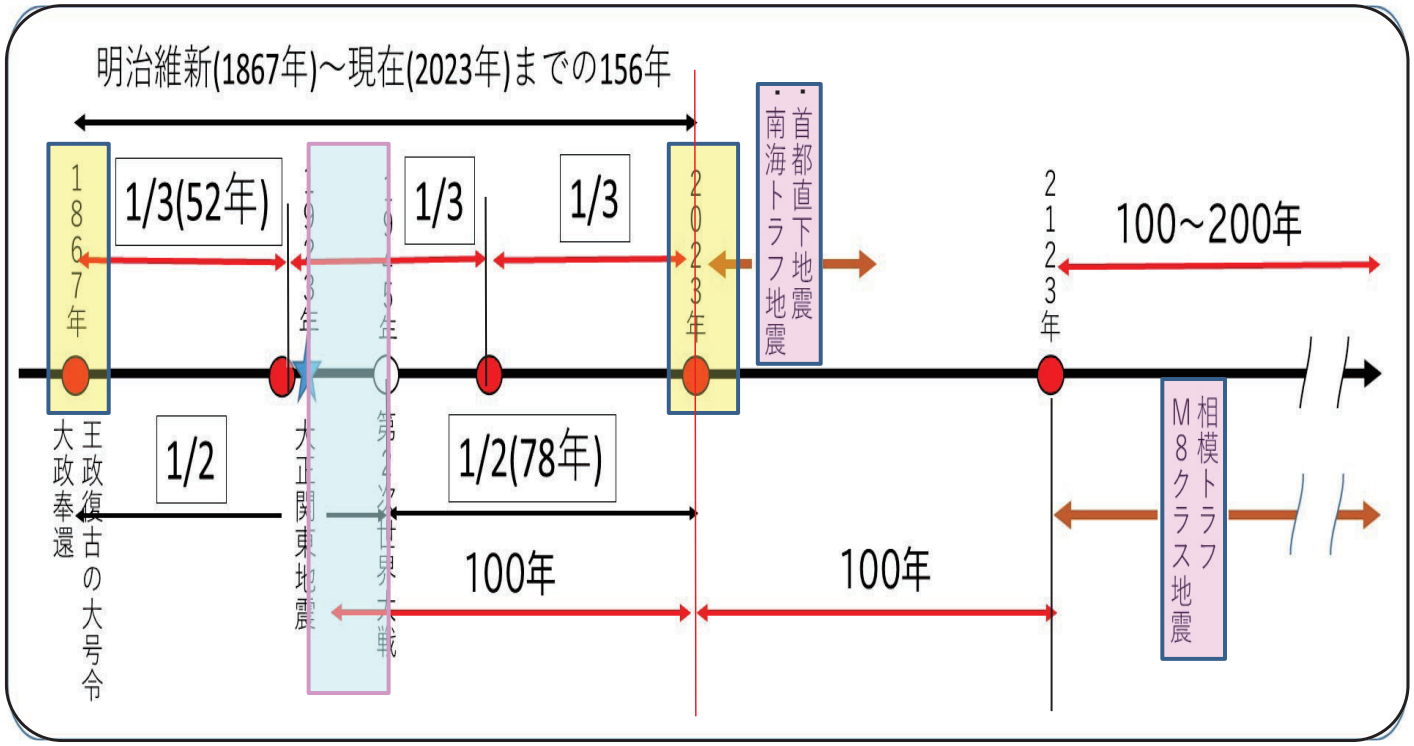
(　)は対象地域全体の人口に占めるDIDエリアの人口の割合

東京(市や都区部)への通勤率の変化

国勢調査、https://ktgis.net/mandara/gallery/tokyo_commuting/index.html

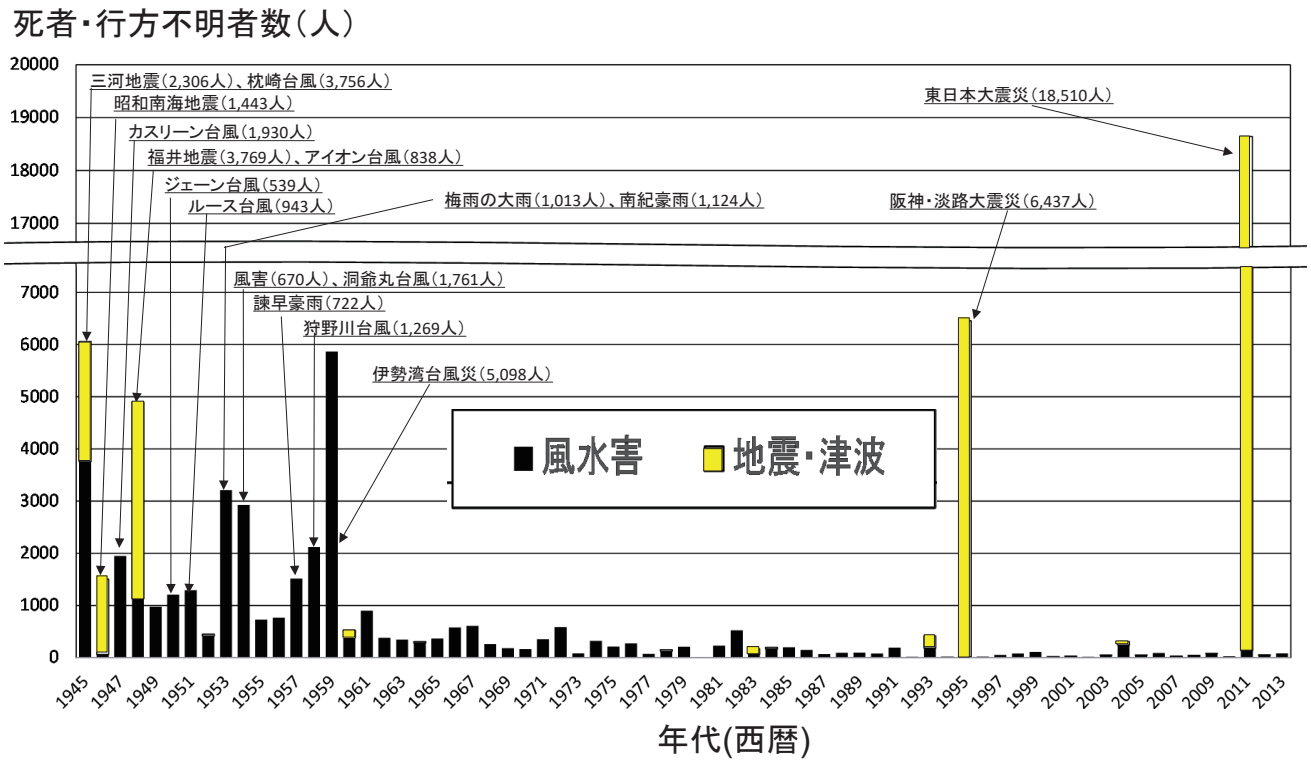


関東大震災の歴史的な意味

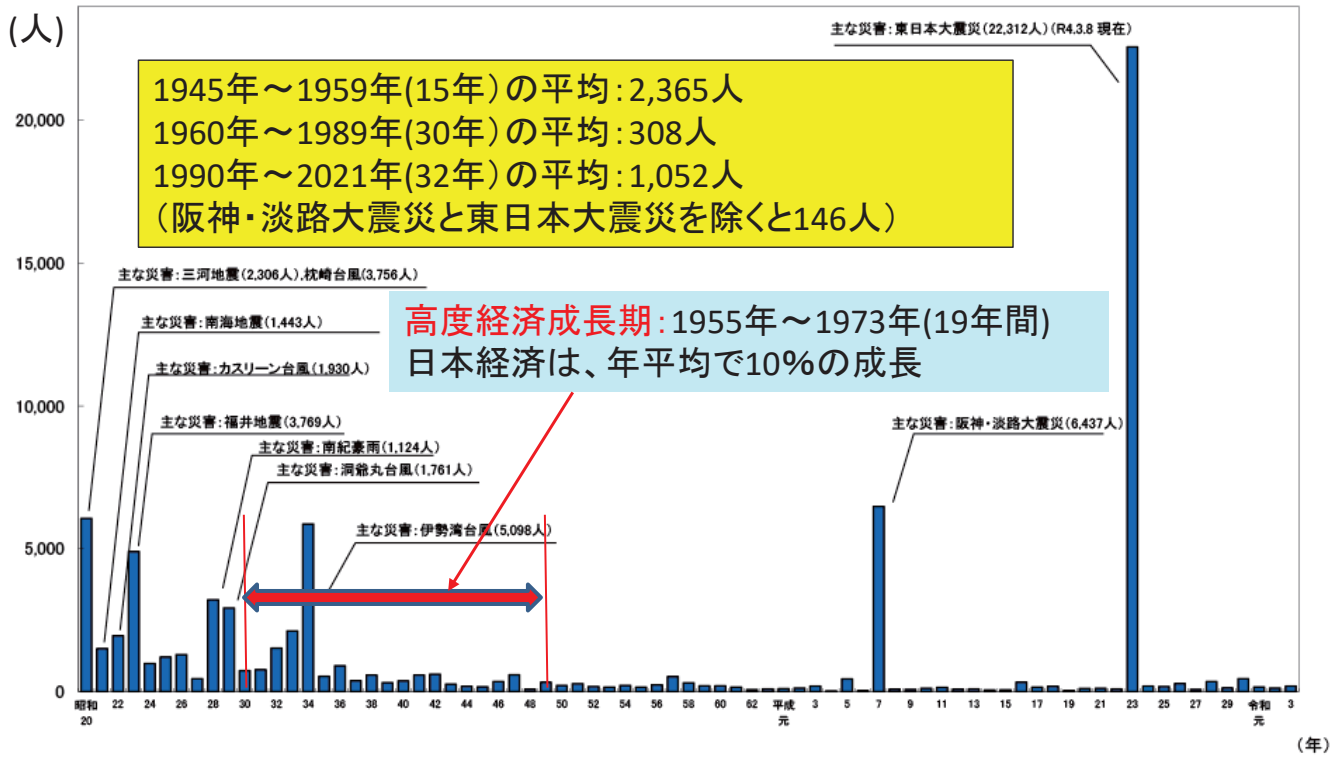


明治維新から現在に至る我が国の歴史における大正関東地震の意味

我が国の自然災害による死者・行方不明者数

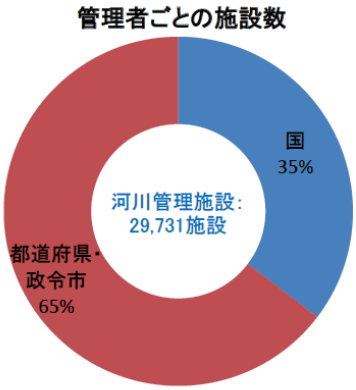


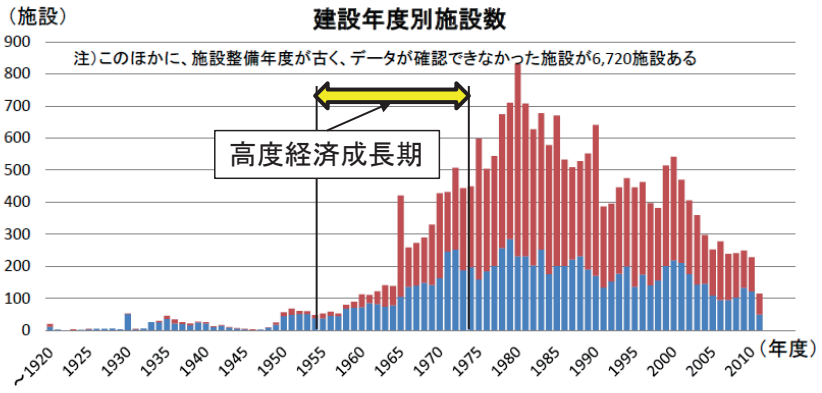
我が国の自然災害による死者・行方不明者数

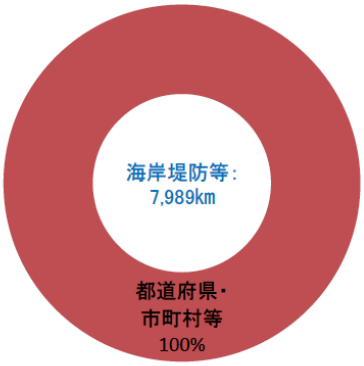


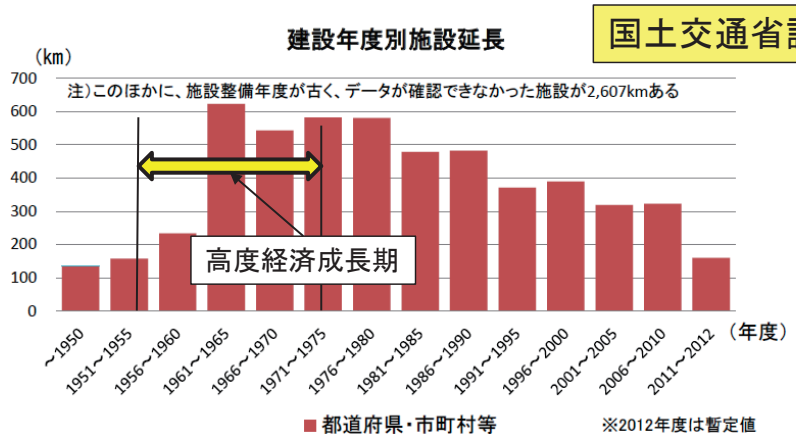
出典：昭和20年は主な災害による死者・行方不明者（理科年表による）。昭和21年～27年は日本気象災害年報、昭和28年～37年は警察庁資料。昭和38年以降は消防庁資料をもとに内閣府作成

我が国のインフラ整備の歴史（上段：河川施設、下段：砂防施設）









国土交通省調べ

社会インフラの老朽化（建設後50年以上経過する社会資本の割合）

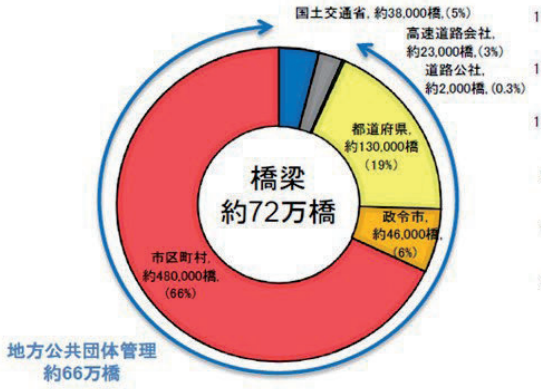
	2020年3月	2030年3月	2040年3月
道路橋 ［約73万橋（橋長2m以上の橋）］	約30%	約55%	約75%
トンネル ［約1万1千本］	約22%	約36%	約53%
河川管理施設（水門等）［約4万6千施設］	約10%	約23%	約38%
下水道管きょ［総延長：約48万km］	約5%	約16%	約35%
港湾岸壁 ［約6万1千施設）（水域施設、外郭施設、係留施設、臨港交通施設等）］	約21%	約43%	約66%

注意1）建設後５０年以上経過する施設の割合については建設年度不明の施設数を除いて算出した。
注意2）国：堰、床止め、閘門、水門、揚水機場、排水機場、樋門・樋管、陸閘、管理橋、浄化施設、その他（立坑、遊水 池）、ダム。
都道府県・政令市：堰（ゲート有り）、閘門、水門、樋門・樋管、陸閘等ゲートを有する施設及び揚水機場、排水機 場、ダム

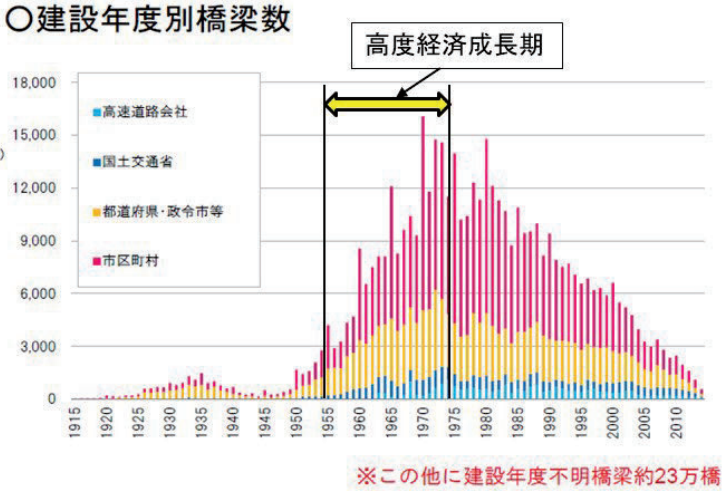
資料）国土交通省

社会インフラの老朽化（橋梁の現状）

○道路管理者別

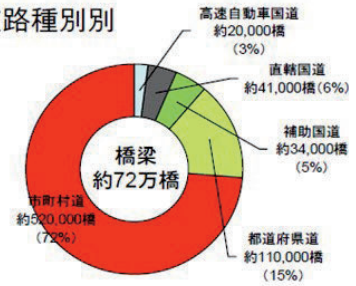


○建設年度別橋梁数



※この他に建設年度不明橋梁約23万橋

（参考）道路種別別



○建設後50年を経過した橋梁の割合

※この他に建設年度不明橋梁約23万橋

（出典）道路局調べ(H26.12時点）

このセッションの流れ

地震動：横田 崇（愛知工大教授）：15分
関東地震の地震動特性－震源断層モデルの推定とその課題－

施設被害：建築物と土木インフラ：
楠 浩一（東大地震研教授）：15分
今、関東大震災が起こったら，耐震設計の歴史から振り返る
～鉄筋コンクリート構造を例として～

藤野陽三（東大名誉教授）：15分
関東大震災から100年を踏まえて（土木インフラを対象に）
－Preparing for the unexpected－

土砂災害：安田 進（東京電気大名誉教授）：15分
土砂災害（地盤関係の被害）

パネルディスカッション（PD）： 25 分

パネルディスカッション（PD)の流れ

1）100年前と比較して、現在までの時間の中で進展した知見や技術に関して、それぞれの分野でお話し下さい。（例えば、理論的な進展、観測技術やモニタリング技術の進展、具体的な対処法に関する技術や工法の進展、など。）

2）100年前と比較して、悪化した点や脆弱性を増したと思われる点に関してお話し下さい。(例えば、市街地の広がり、施設数の増大や老朽化、長周期構造物の問題、生活スタイルの変化による人間の対応能力の低下、など。)

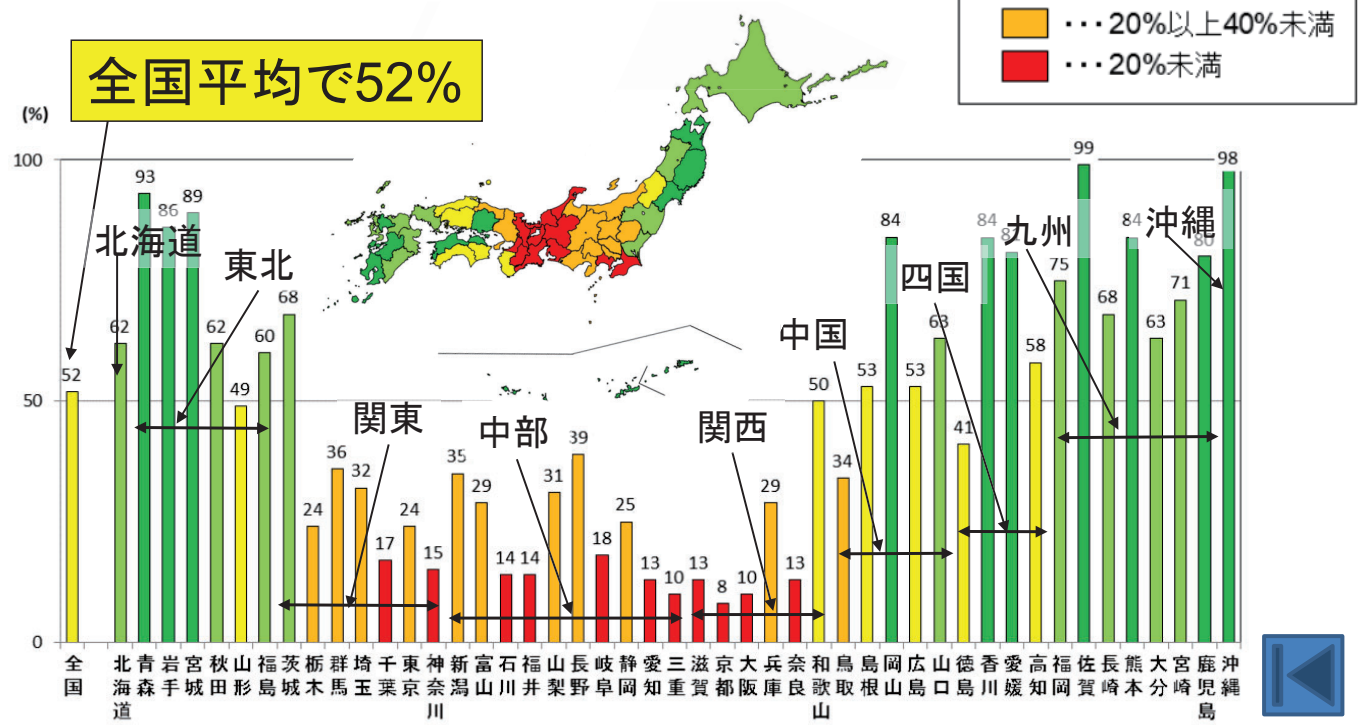
3）社会状況の変化を踏まえながら、今世紀の前半に発生する可能性の高い首都直下地震や南海トラフ地震に対する自分の専門分野での効果的な対策の在り方に関して、お考えをお聞かせください。（1、2巡目で触れた点に加え、少子高齢人口減少社会、財政的な制約などの現在の社会特性を踏まえた上で、今後それぞれの分野で進めていくべき地震防災対策に関してのお考えをお聞かせください。）

パネルディスカッション（PD)の流れ

1）100年前と比較して、現在までの時間の中で進展した知見や技術に関して、それぞれの分野でお話し下さい。（例えば、理論的な進展、観測技術やモニタリング技術の進展、具体的な対処法に関する技術や工法の進展、など。）

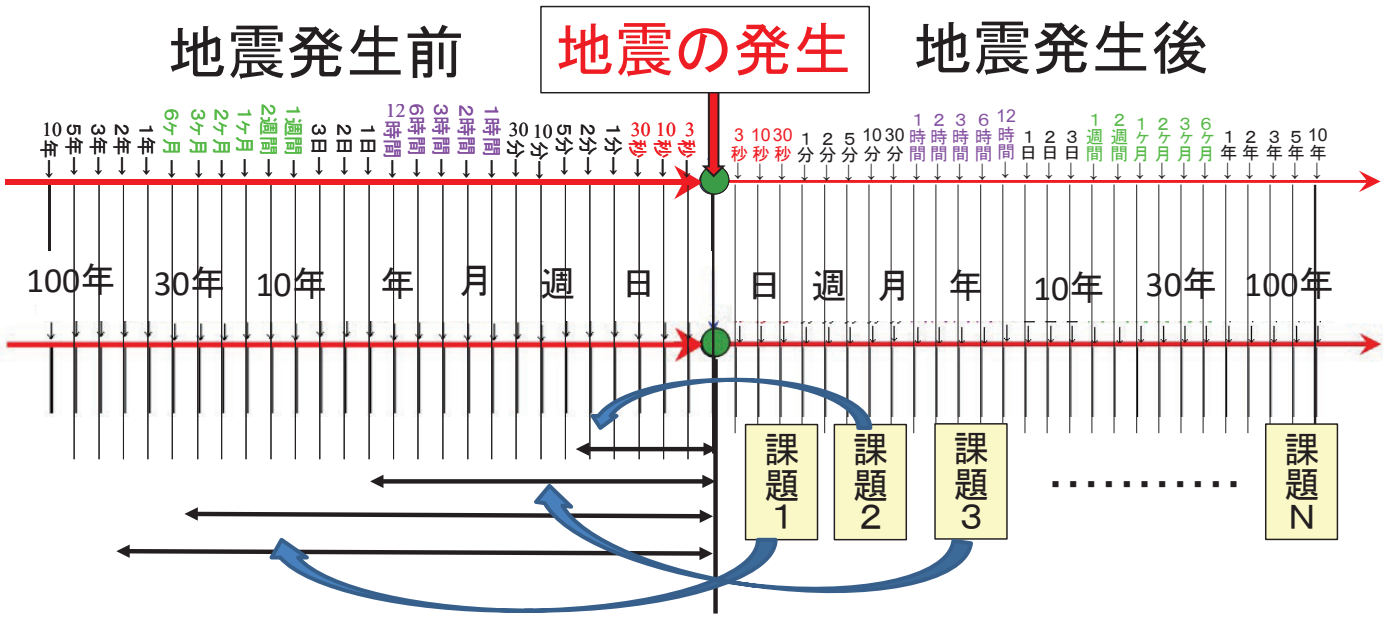
2）100年前と比較して、悪化した点や脆弱性を増したと思われる点に関してお話しいただくとともに、それらへの対策に関してお話しください。(例えば、市街地の広がり、施設数の増大や老朽化、長周期構造物の問題、生活スタイルの変化による人間の対応能力の低下、など。少子高齢人口減少社会、財政的な制約などの現在の社会特性も踏まえてお答えください。）

全国の地籍の調査実施率
（2021.3時点）



豊かな災害イマジネーションが必要な理由

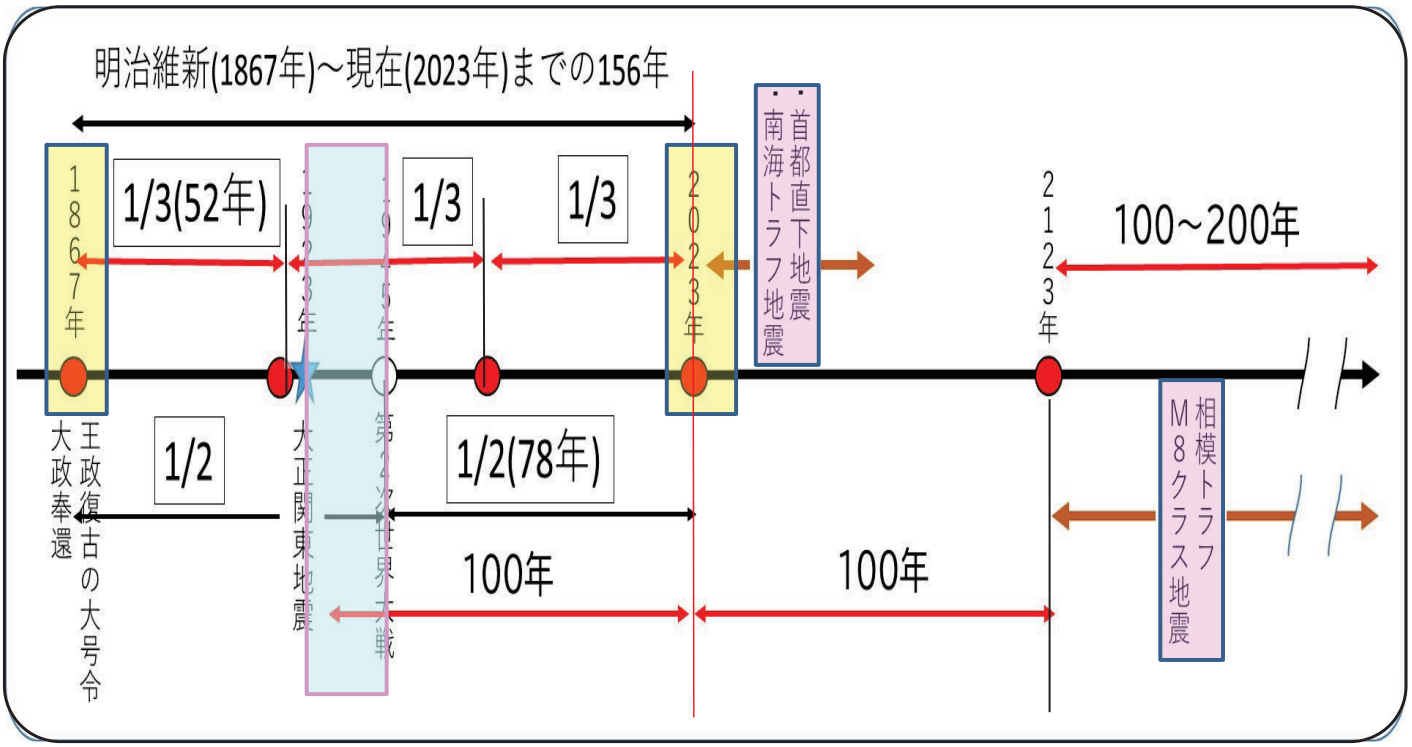
CIDIR Center for Integrated Disaster Information Research



災害イマジネーションの向上によって

1）現在の状況を前提に、災害時に直面する課題の抽出ができる
2）それぞれの課題の解決法と解決に要する時間がわかる

関東大震災の歴史的な意味



明治維新から現在に至る我が国の歴史における大正関東地震の意味

関東大震災がわが国に与えた真の影響

大正時代(大正デモクラシー):

政治:明治時代の元老を中心とした藩閥主義→政党政治への移行期

経済や社会活動:第一次世界大戦による経済好況から戦後不況、護憲運動や労働運動、婦人参政権運動、部落解放運動などの民衆活動

市民の生活:洋食・洋服・文化住宅などの西洋式の衣食住の普及、芸術・大衆文化、新聞・ラジオ、路面電車や乗合バス、家庭電化製品などの都市文化の形成

強いリーダシップや統率の必要性(首都圏の復旧や復興):

震災直後、緊急勅令によるモラトリアムの実施、震災手形の発行と震災手形割引損失補償令を公布(震災手形による損失を政府が補償する体制整備)

1927年に震災手形が不良債権化→金融・昭和恐慌

多発した国内の他の地域での地震災害:

1925年北但馬地震、27年北丹後地震、30年北伊豆地震、33年昭和三陸地震

政情:1925年治安維持法、27年金融恐慌、31年満州事変、32年「5・15事件」、33年の国際連盟脱退、36年「2・26事件」、37年日中戦争、41年太平洋戦争、45年第2次世界大戦(民間人を含め310万人の死者)の敗戦

ご静聴、誠にありがとうございました。

目黒 公郎（東大生研）・松島信一（京大防災研）

今、関東で大地震が起こったら：過去100 年間における社会変容と学術的な発展からの展望

大正関東地震が発生した1923 年当時と現在の首都圏は大きく変容した。市街地の物理的な広がりに加え、存在している施設の規模や数、その特性も大きく変化した。例えば、関東大震災では、郊外の丘陵地や山地を含め、各地で斜面崩壊が多発したが、記録に留められているのは、人々が住んでいたエリアや施設被害があった箇所のみである。しかし現在では、斜面崩壊があった地域は宅地造成され、多くの人々が住んでいる。また、100 年前には、数秒以上の固有周期を有する都市施設は存在しなかったが、現在では高層ビルや長大橋、大直径の備蓄タンクなどが多数存在し、これが長周期地震動の影響を受ける。市民生活も社会活動も電力と通信インフラに極度に依存し、都市機能は国際的な連携の上に成り立っている。

このような状況を踏まえた上で、現在の最先端の知見に基づき、今後の首都圏を対象とした大規模地震災害発生時に懸念される事項について、地震動、土木・建築構造物、土砂災害などを中心として解説し、これらの被害を最小化するための方策について考える。