

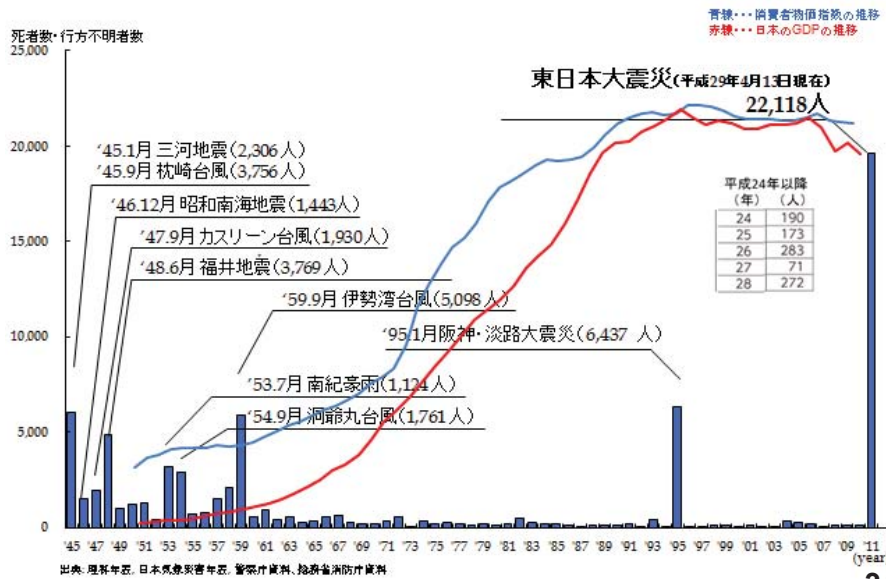
# 災害に負けない 国土づくり・地域づくり・社会づくり

越智 繁雄

(一財)河川情報センター業務執行理事  
(前 国土交通省国土地理院長)

# 変わりゆくもの・変わらないもの

## 自然災害による死者・行方不明者数の推移



## レーダ雨量計の開発・整備・運用の50年(概略)

年	事項
1966	利根川流域におけるレーダ実用化研究(Sバンド:建設省・科学技術庁・気象庁)
1976	レーダ雨量計第1号基赤城山に導入,当初からデジタル化(50 kHz, 8 bit)
1982	長崎豪雨
1986	河川情報センターが情報提供を開始(CAPTAIN)東京・名古屋・大阪・福岡
2000	四国 高城山レーダ完成(Cバンドレーダ26基で全国をカバー)
2002	オンライン全国合成データの配信開始
2003	同時刻全国合成データの配信開始
2006	国土交通省統一河川情報システム(無料化)
2008	都賀川水難事故
2010	(平成29年8月11日) XMPレーダによる合成雨量データの配信開始
2015	XRAIN浜松レーダを配置して39基体制となる
2016	新河川情報システム運用開始, CX合成(XRAIN拡大試行版)の試験配信開始

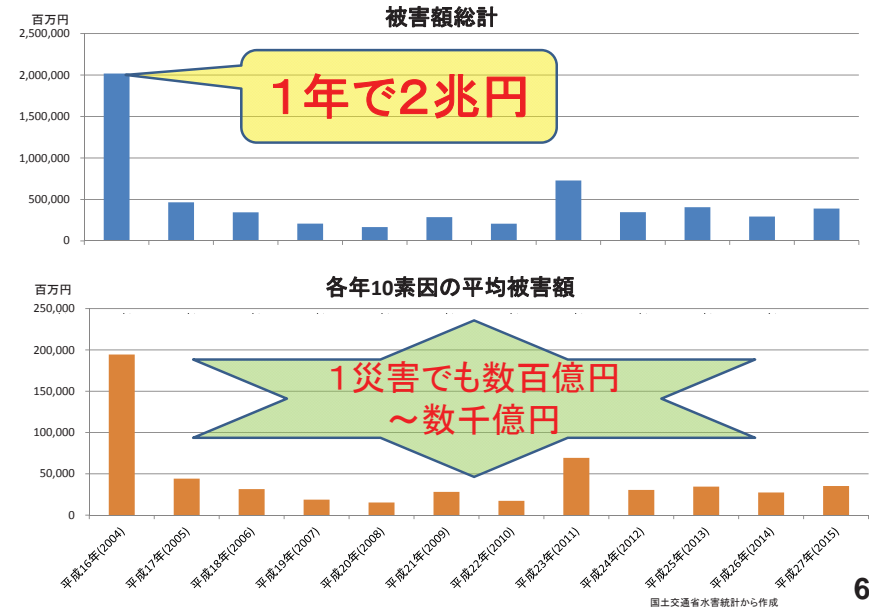
# 平成16年以降水害被害額の推移

水害年	①被害額総計 〔百万円〕	②災害要因数 (異常気象数)	①/② 〔百万円〕	③各年上位10素 因の被害額 (百万円)	③/① 〔%〕	③/10 (百万円)	災害素因(上位10位)の内訳
平成16年(2004)	2,018,284	106	19,040	1,944,676	96.4	194,468	台風6、梅雨前線2、豪雨2
平成17年(2005)	465,574	101	4,610	441,927	94.9	44,193	台風1、梅雨前線3、豪雨4、融雪1、その他1
平成18年(2006)	344,561	123	2,801	314,819	91.4	31,482	梅雨前線4、豪雨4、風浪1、その他1
平成19年(2007)	208,756	105	1,988	187,605	89.9	18,761	台風2、梅雨前線2、豪雨4、冬期風浪1、その他1
平成20年(2008)	166,351	81	2,054	152,600	91.7	15,260	台風1、梅雨前線2、豪雨5、冬期風浪1、その他1
平成21年(2009)	286,103	59	4,849	281,238	98.3	28,124	台風2、梅雨前線3、豪雨4、その他1
平成22年(2010)	207,464	96	2,161	172,684	83.2	17,268	台風1、梅雨前線2、豪雨6、その他1
平成23年(2011)	728,672	81	8,996	693,470	95.2	69,347	台風4、梅雨前線1、豪雨4、その他1
平成24年(2012)	346,466	116	2,987	305,150	88.1	30,515	台風2、梅雨前線3、豪雨3、風浪1、その他1
平成25年(2013)	406,177	89	4,564	345,207	85.0	34,521	台風2、梅雨前線2、豪雨5、その他1
平成26年(2014)	293,808	84	3,498	274,313	93.4	27,431	台風3、梅雨前線3、豪雨3、風浪1
平成27年(2015)	389,689	113	3,449	352,828	90.5	35,283	台風4、梅雨前線3、地すべり2、冬期風浪1

国土交通省水害統計から作成

5

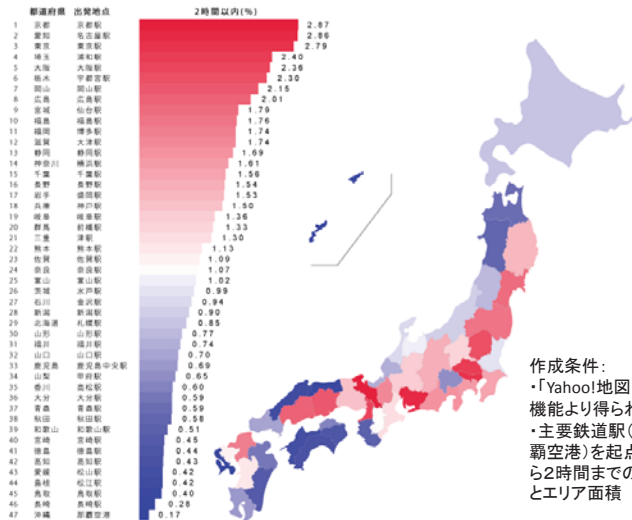
# 平成16年以降水害被害額の推移



6

# 2時間で到達できるエリア面積ランキング

2時間以内の到達可能面積 少ない 多い

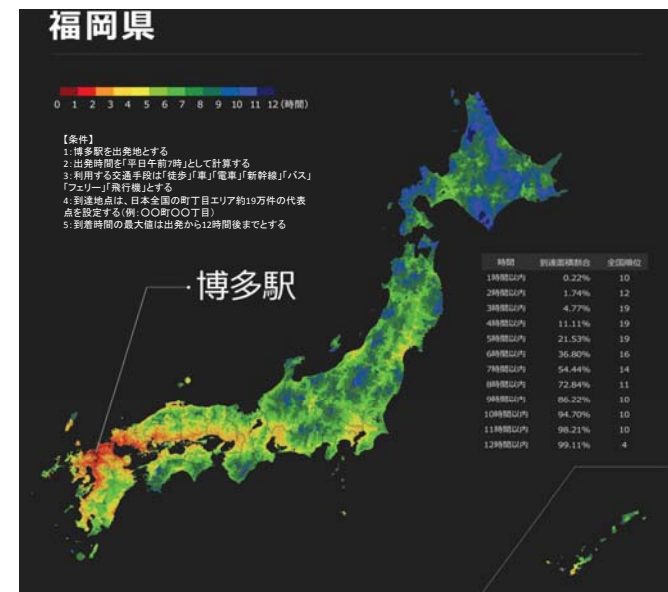


作成条件:  
 ・「Yahoo!地図」のルート探索機能より得られたデータ  
 ・主要鉄道駅(沖縄県のみ那覇空港)を起点として出発から2時間までの到達所要時間とエリア面積

出典: ヤフー株式会社 <https://about.yahoo.co.jp/info/bigdata/special/2017/01/>

7

# 到達できる所要時間地図



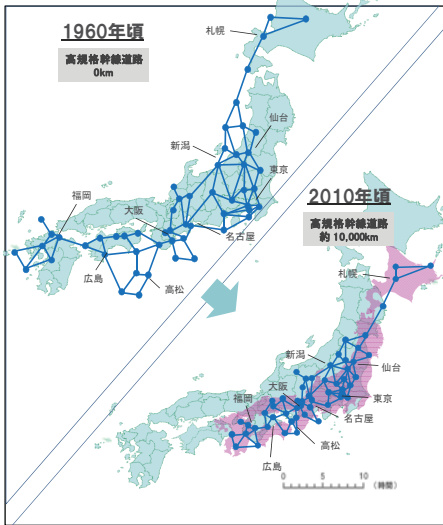
出典: ヤフー株式会社 <https://about.yahoo.co.jp/info/bigdata/special/2017/01/>

8

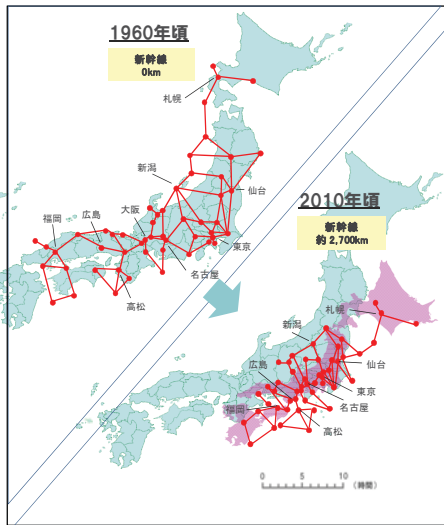


# 国土と時間地図(全国57都市を結ぶ移動時間の変化)

道路所要時間 時間地図

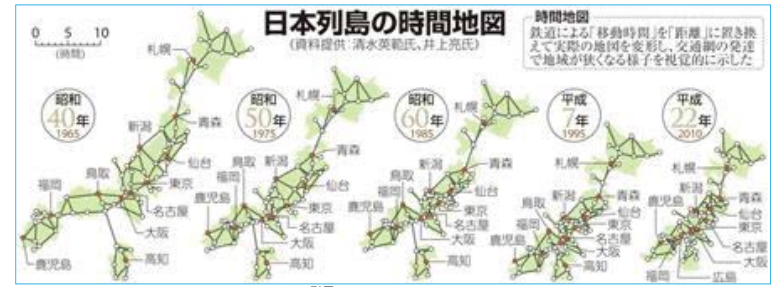


鉄道所要時間 時間地図



\* 近接する地点間の所要時間を距離に置き換え、道路網については高速道路網の発達により地域が狭くなるイメージを概念的に表現、鉄道網については新幹線の発達により地域が狭くなるイメージを概念的に表現  
 \* 主要な都市圏間の所要時間を距離に置き換え、その都市圏間の所要時間をネットワーク上で所要時間を再現  
 \* 新幹線(秋田-山形新幹線含む)は各地点の通過区間を反映し、在来線は駅間ネットワーク上で所要時間を再現  
 資料: 東京大学(清水英範氏、東北大学(井上亮氏))

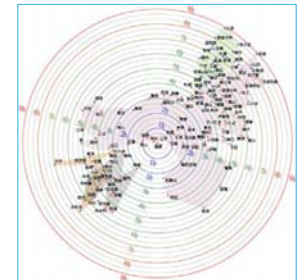
# 様々な時間地図



引用: <http://www.iza.ne.jp/kiji/economy/news/140923/ecn14092317310014-n2.html>



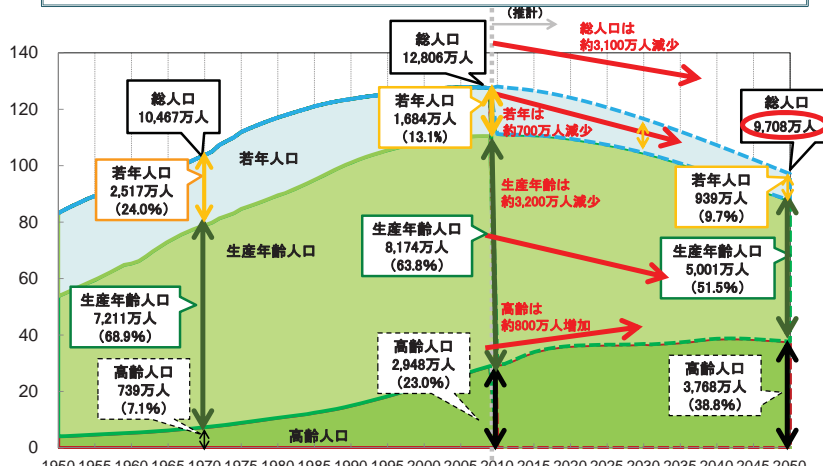
引用: [https://www.kajima.co.jp/news/digest/dec\\_2015/multimodal\\_view/index-j.html](https://www.kajima.co.jp/news/digest/dec_2015/multimodal_view/index-j.html)



引用: <http://stelo.sblo.jp/article/130798768.html>

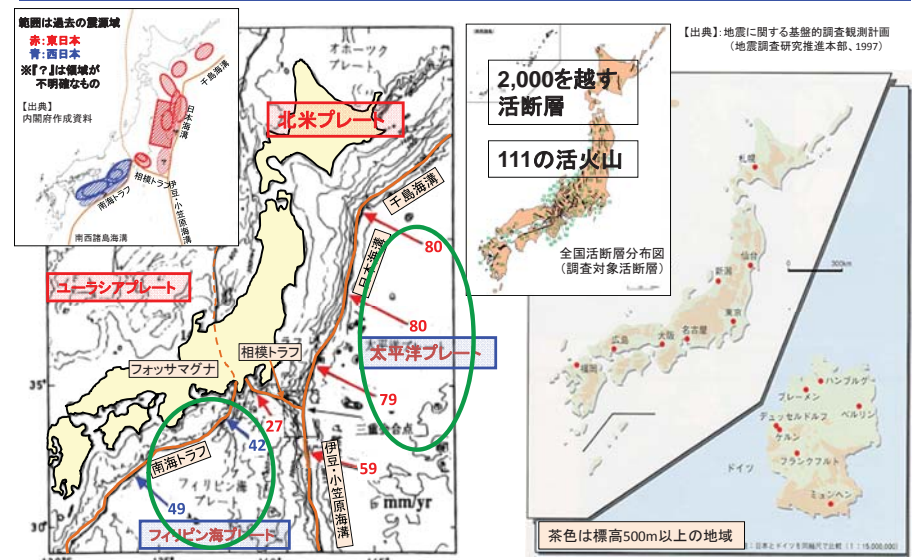
# 急速な少子高齢化社会・人口減少

○日本の総人口は、2050年には、9,708万人と約3,100万人減少(約24.2%減少)。  
 ○65歳以上人口は約800万人増加するのに対し、生産年齢人口(15-64歳)は約3,200万人、若年人口(0-14歳)は約700万人減少する。その結果、高齢化率でみればおよそ20%から40%へと高まる。



【出典】総務省「国勢調査報告」、同「人口推計年報」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計)」における出生中位(死亡中位)(年)  
 推計をもとに、国土交通省国土政策局作成  
 (注1)「生産年齢人口」は15-64歳の者の人口 (注3) 2010年は、年齢不明の人口を年齢別に按分して算出している  
 (注2) ( )内は若年人口、生産年齢人口、高齢人口がそれぞれ総人口のうち占める割合 (注4) 1950-1998、1971年は沖縄を含まない  
 ※国土審議会長期展望委員会中間とりまとめ(H23.2)をもとに、公表以降に最新データに基づき更新

# 日本の国土の状況(プレート運動、国土を貫く山脈)



日本付近のプレート境界とプレート相対運動(mm/年)

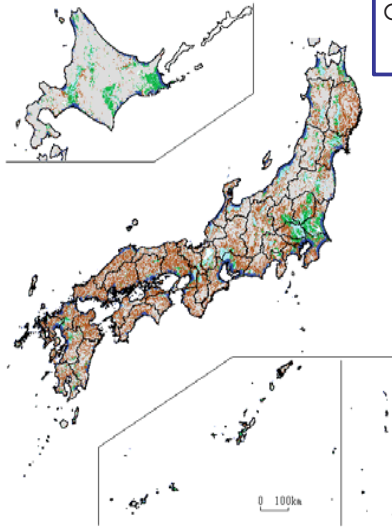
【出典】プレートテクトニクス基礎(瀬野徹三、朝倉書店、1995)を基に作成

標高500m以上の地域の比較(日本とドイツ)

【出典】国土交通省資料

# 災害リスクの高い地域が全国に広く分布

- 東日本大震災から想定される最大規模の津波浸水区域は、国土の10%を占める。
- その他、洪水リスクの高い地域が9%、土砂災害危険箇所を含む地域が24%あり、災害リスクが低く、かつ居住に適する地域はわずか6%である。



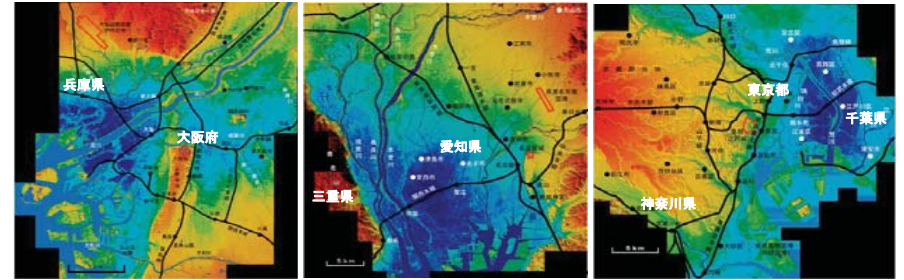
■東日本大震災から想定される最大規模の津波浸水区域	10%
■洪水リスクの高い地域(上記の地域を除く)	9%
■土砂災害危険箇所(上記の2地域を除く)	24%
■傾斜地(上記の3地域を除く)	49%
■水域	2%
■上記以外の地域	6%

(注1) 東日本大震災の津波浸水区域と同様な条件の地域は、海岸線から10km以内かつ標高30m以下の地域  
 (注2) 洪水リスクの高い地域は、三角州や干潟、谷底平野等の地形上の地域  
 (注3) 土砂災害危険箇所は、土石流危険渓流Ⅰ、Ⅱ及び急傾斜地崩壊危険箇所Ⅰ、Ⅱを含む地域  
 (注4) 傾斜地は、最大傾斜度8度を超える地域  
 (出典) 国土数値情報、1/50万地形分類図、各都道府県資料に基つき国土交通省国土政策局作成

※国土審議会防災国土づくり委員会災害に強い国土づくりへの提言(H23.7)より 13

# 気候変動による高潮災害リスクの増大懸念(ゼロメートル地帯)

- 気候変動に伴い、台風の強大化、海面水位の上昇が懸念されている。
- 高潮、波浪の外力が增大するとともに、堤防高が相対的に低くなる。
- 仮に海面水位が80cm上昇すると、三大湾のゼロメートル地帯が拡大(面積が約6割、人口が約4割増加)するなど、高潮災害のリスクが増大する。



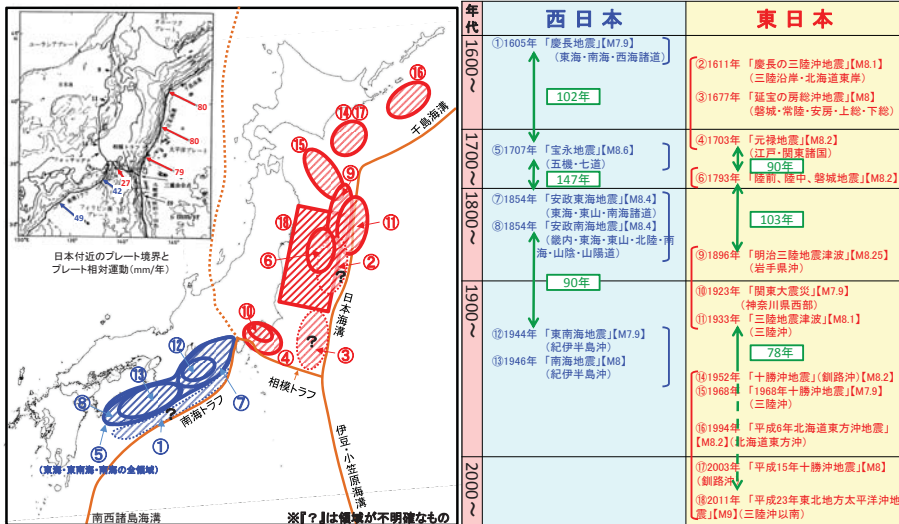
	現状	海面上昇後	倍率
面積(km <sup>2</sup> )	約500	約780	1.6
人口(万人)	約310	約440	1.4

**高潮による水害リスクを有するエリアが拡大する**

出典: 内閣府資料 一般財団法人国土技術研究センター資料 14

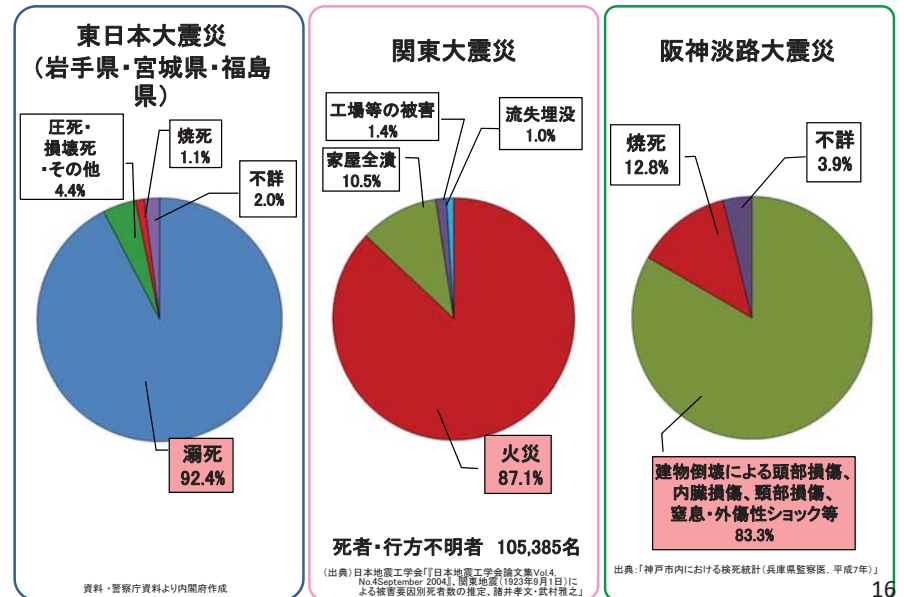
# 1600年代以降の海溝型地震(M8級)の発生状況

▶ 東日本(日本海溝、千島海溝、相模トラフ)、西日本(南海トラフ)のM8級地震が交互に発生



15

# 地震における死因について



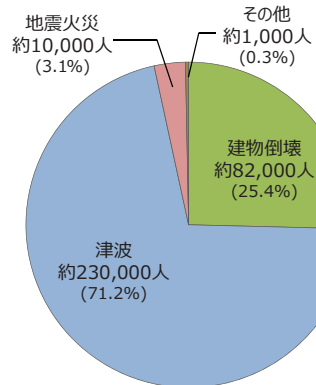
16



## 想定地震の人的被害

### ○南海トラフ巨大地震

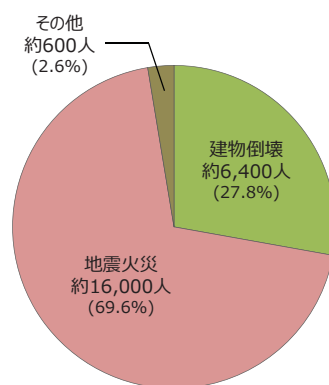
想定被害者数 約323,000人



※想定ケース 冬・深夜, 風速8m/s, 早期避難率低

### ○首都直下地震(都心南部)

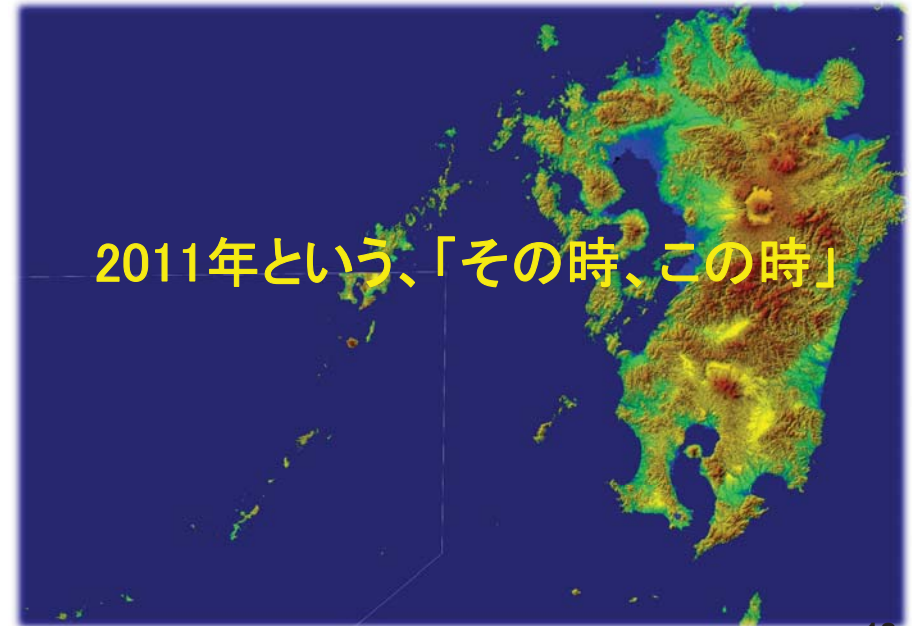
想定被害者数 約23,000人



※想定ケース 冬・夕方, 風速8m/s

出典:内閣府資料

17



18

## 2011年と「私」

- ◆ 前年年末～年始 豪雪災害
- ◆ 1月26日 霧島山新燃岳噴火
  - ・1月29日～30日 防災大臣現地入り(宮崎・鹿児島)
  - ・2月7日～3月11日 政府支援チーム(宮崎・鹿児島入り)
- ◆ 3月11日 東日本大震災発生
  - ・3月12日～23日 政府緊急災害対策本部(官邸・物資調達班)
  - ・3月24日～4月10日 緊急災害現地対策本部(宮城県・事務局)
  - ・4月11日～ 中央防災会議専門調査会対応
  - ・8月28日～ 南海トラフの巨大地震モデル検討会
  - ・9月28日 専門調査会報告書とりまとめ
  - ・12月27日 南海トラフ巨大地震の震源域・規模等を発表
  - ・翌3月9日 首都直下地震の帰宅困難者対策の中間発表
  - ・翌3月31日 南海トラフ巨大地震の震度分布・津波高を発表
- ◆ 9月初旬 紀伊半島大水害(深層崩壊)発生(台風12号)

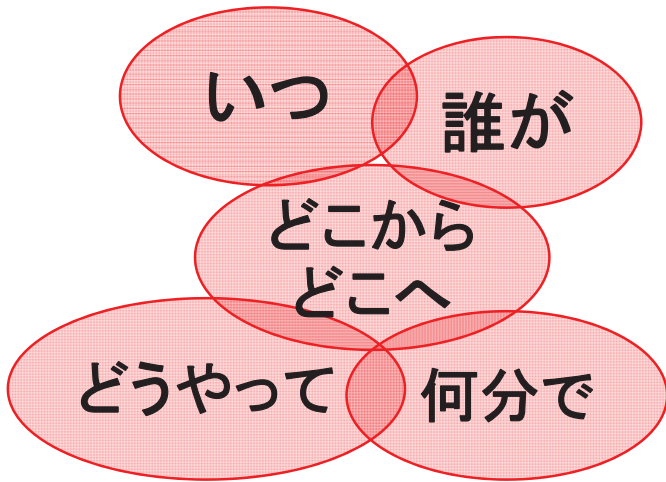
19

## 新燃岳噴火時の対応のポイント「10」(抜粋)

- ポイント1 初動対応が8割を決める
- ポイント2 ミッションは明確に
- ポイント3 事前の準備は極めて重要
- ポイント4 Face to Faceが基本(4日間)
- ポイント5 報道・取材対応はすべて受ける
- ポイント6 被災地の災害対応を最優先に
- ポイント7 情報公開が基本  
(透明性の確保←→本音の議論)
- ポイント8 チームワークと連携
- ポイント9 ミッションコンプリート、ぶれないこと
- ポイント10 事前の備えは如何に？

20

# 新燃岳噴火時の「避難の基本コンセプト」



# 避難者・帰宅困難者に係る課題と対応(東日本大震災以前の資料)

想定される**避難者等の数が膨大**

避難者数 **最大700万人**  
 避難所生活者数 **最大460万人**

→ 避難所・応急住宅の不足

出所)神戸市HP

想定される**帰宅困難者の数が膨大**

外出中に地震が発生し、  
 帰宅する人の数 **約2,100万人**  
 うち帰宅困難者数 **約650万人**

→ 一斉帰宅による**混乱の発生**

利用施設の拡大  
 応急住宅需要の低減

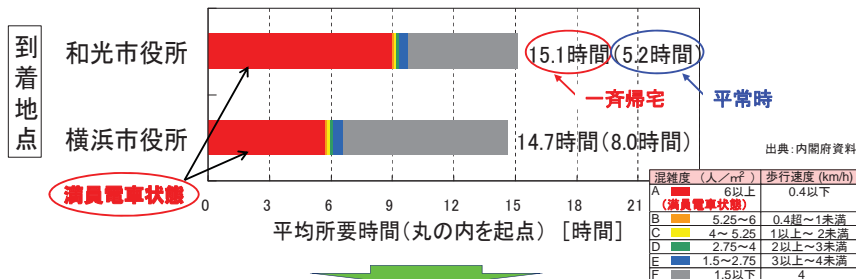
一斉帰宅の抑制  
 徒歩帰宅支援、滞留者への対応

共通する課題(トイレ不足等)への対応

出典: 内閣府資料

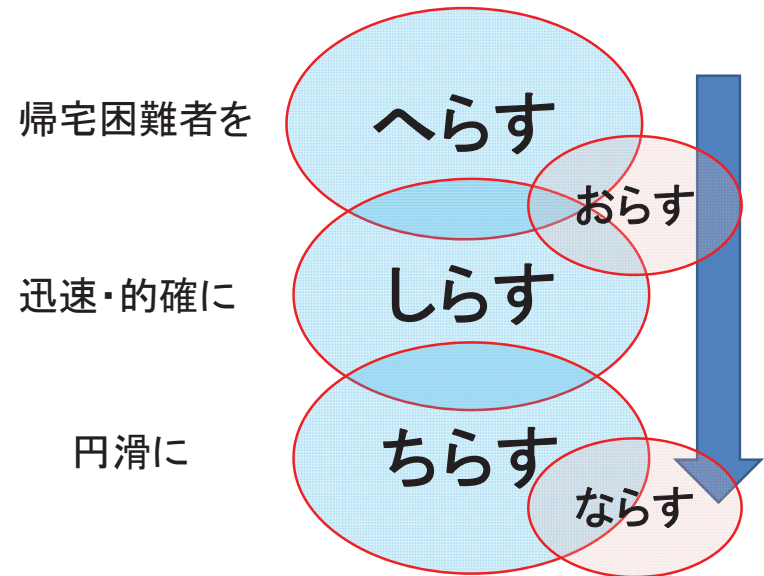
# 一斉帰宅による混雑の発生(東日本大震災以前の資料)

- 一斉帰宅によって、歩道上が**満員電車状態の大混雑**という状況が、都心部の道路を中心に発生
- また、余震による建物倒壊等の危険、延焼火災による通行障害、さらに道路混雑による緊急車両の通行支障等の様々な問題が生じるおそれ
- こうした状況の中で、帰宅時間は平時の徒歩時間に比べて大幅に増加  
 丸の内から和光市へは、**通常約5時間のところ約15時間**  
 横浜市へは、**通常約8時間のところ約15時間**



一斉帰宅を抑制し、帰宅行動の分散化が必要

# 帰宅困難者への対応(三つの「らす」)



◆ 政府緊急災害対策本部

- 3月12日～23日
- 物資調整・調達
- 標章
- 燃料、電池
- 孤立者救助、支援
- SNS

◆ 政府現地災害対策本部(宮城)

- 3月24日～4月10日
- ご遺体への対応
- ガソリン等燃料調達等
- 冷凍冷蔵庫収蔵物の処分
- がれき処理の調整
- 広域浸水地の排水対策
- 避難所生活環境の向上
- ボランティア活動支援

東日本大震災直後に考えたこと(抜粋)

I. 事前予防的事項

- ◆ 地震・津波発生メカニズムのさらなる調査研究、実用化
- ◆ 大規模地震時の正確な地震・津波観測体制の構築
- ◆ ハザードマップの作り方
- ◆ 被害の全体像の把握
- ◆ 避難誘導のあり方
- ◆ 食料備蓄
- ◆ 燃料流通システム
- ◆ 通信手段の確保
- ◆ 交通構造物(道路、港湾、鉄道)の耐震化と早期復旧 など

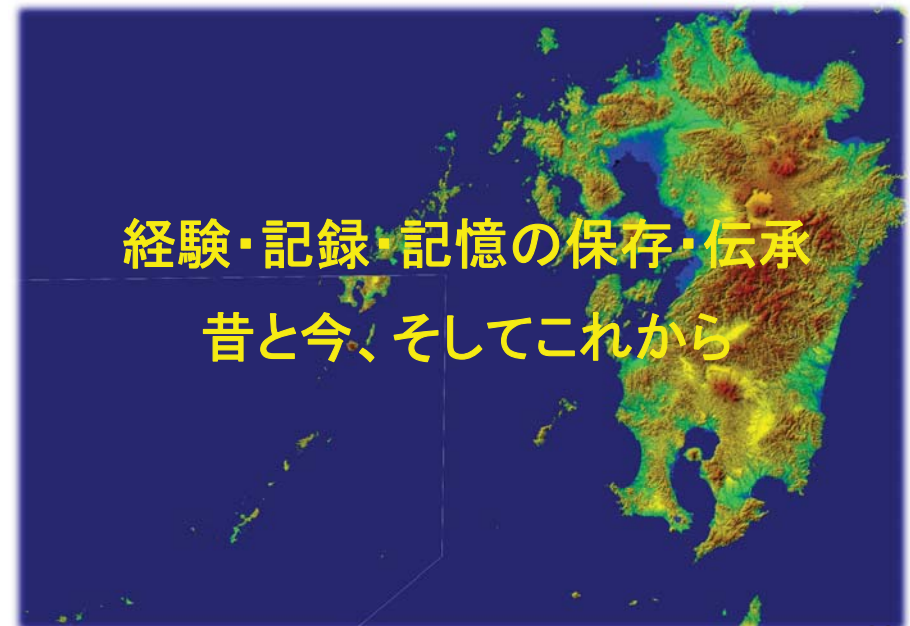
II. 応急対策的事項

- ◆ ライフラインの強化と早期復旧
- ◆ 広域浸水地の排水対策
- ◆ がれき処理、浮遊物処理
- ◆ 別途詳細な検討が必要な項目 など

III. 復旧・復興的事項

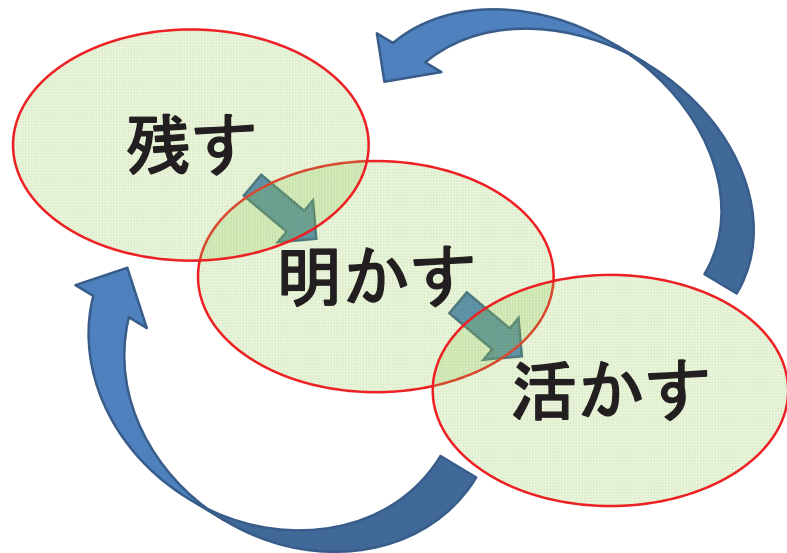
- ◆ 応急仮設住宅の建設
- ◆ 地盤沈下への対応 など

➡ 課題は山積、今こそ、何とかしなければ！

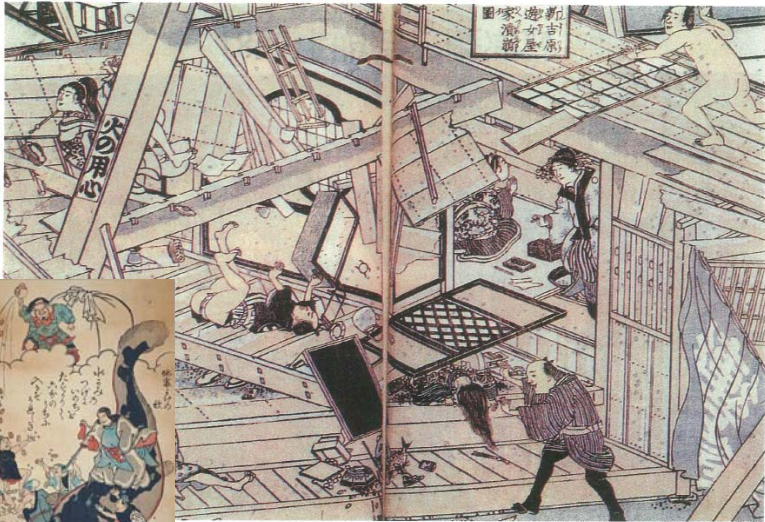




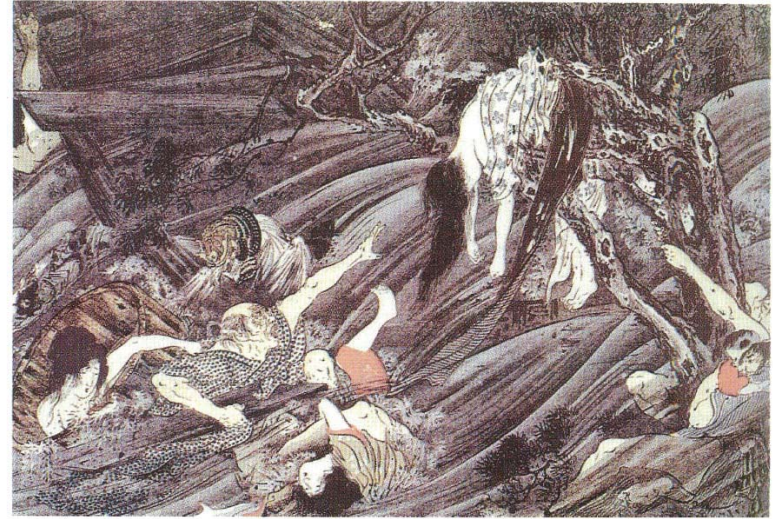
記録・記憶の保存・伝承







1855年安政江戸地震



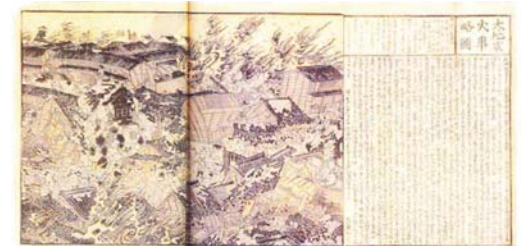
1896年明治三陸津波

江戸の巨大複合災害事例

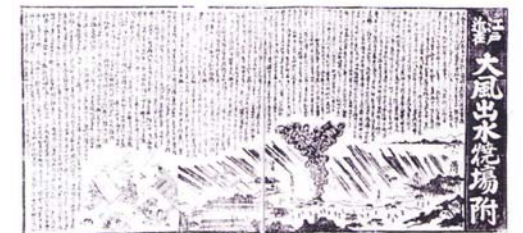


1923年  
関東大震災  
隅田川、勝鬃橋

安政江戸地震  
(1855年11月11日)  
の10ヶ月後



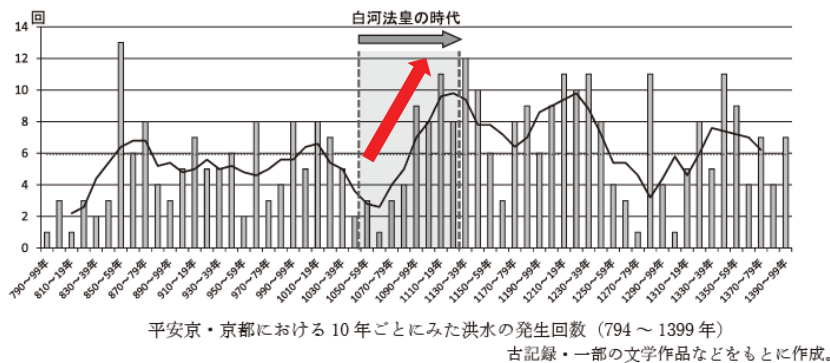
安政江戸暴風雨  
(1856年9月23日)



河田恵昭先生の資料を引用



## 賀茂河の水、双六の賽、山法師



出典:片平博文 白河法皇の怒りと嘆き—歴史地理学から「天下三不如意」の深層に迫る 立命館地理学第25号(2013)

## 外所地震(とんとところじしん) 日向灘地震

- ・1662年10月31日(寛文2年9月20日)未明。
- ・マグニチュード7.6の地震。
- ・**現存する7基の供養塔は、大地震・津波の被害を後世に語り伝え、防災上の戒めとするため、地域の方々が概ね50年ごとに1基ずつ建てて増やしてきたもの。**

宮崎市熊野字島山

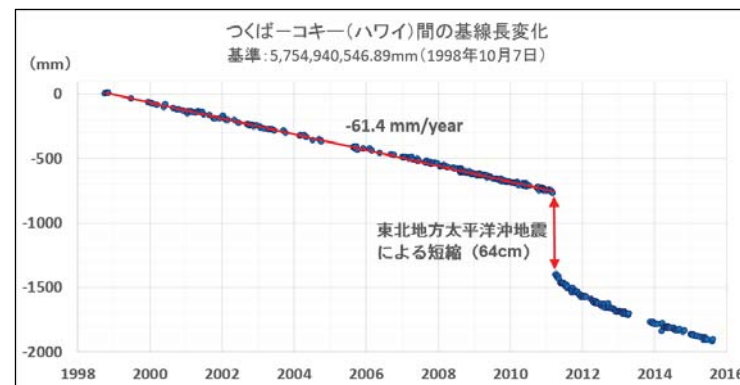
出典:宮崎県Facebook【10月31日は「とんとところ地震」発災の日です】

## GEONETの概要



## 「国土を測る」活動 (VLBI)

- 地殻変動する我が国で社会活動を行う上で必要なこと
- ・GPS (GNSS) の利用が進み、地球レベルでの位置を容易に知ることができるようになった現代では、地殻変動の詳細を認識し、現在の状態を把握することが必要



VLBIの観測により、日本とハワイの距離が、1998年(平成10年)から2016年(平成28年)の18年間に、累積で2mほど距離が縮まっていることが、分かってきた。VLBIの国際観測は各国が連携して行われており、毎日、世界のどこかで観測が行われている。

出典:国土地理院資料



# 航空写真撮影からの精緻な判読



都市部の例 (益城町役場周辺)



山間部の例 (南阿蘇村大字立野周辺)

### <提供先>

- ・ 現地対策本部
- ・ 内閣官房・内閣府を初めとする関係府省庁
- ・ TEC-FORCE
- ・ 熊本県 等

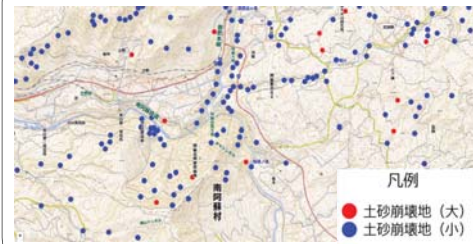
### <主な活用事例>

- ・ 行方不明者捜索時の参考資料 (警察・消防・自衛隊)
- ・ 家屋や土砂崩壊による被害状況の把握 (TEC-FORCE等)
- ・ がれき除去 (環境省)
- ・ り災証明発行時の現況資料 (熊本県) 等

出典: 国土地理院資料 41

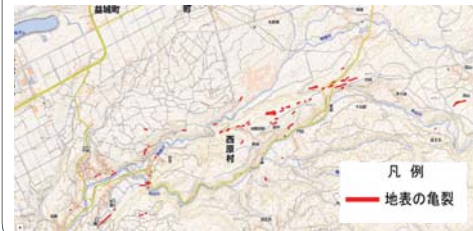
# 被災状況把握(写真判読による)

## 土砂崩壊地分布図



- ・ 4月16日・19日及び20日撮影の写真から、土砂崩壊地の分布を判読 (4月18日に公開、その後の写真から図を更新)
- ・ 現地対策本部やTEC-FORCE等により現地調査資料として活用

## 亀裂分布図



- ・ 4月16日撮影の写真から、地震により生じたと推定される地表の亀裂を判読 (4月20日に公開、5月13日に更新)
- ・ TEC-FORCEや専門家等により現地調査・断層の把握に活用

出典: 国土地理院資料 42

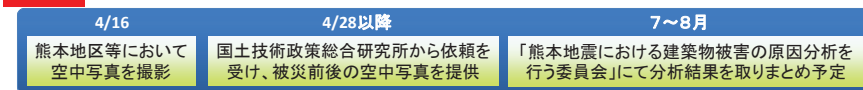
# 熊本地震における事例: 建物被害と建築年代との関係分析への活用

## 活用事例

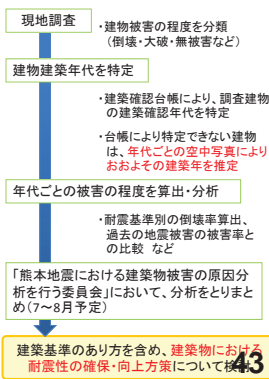
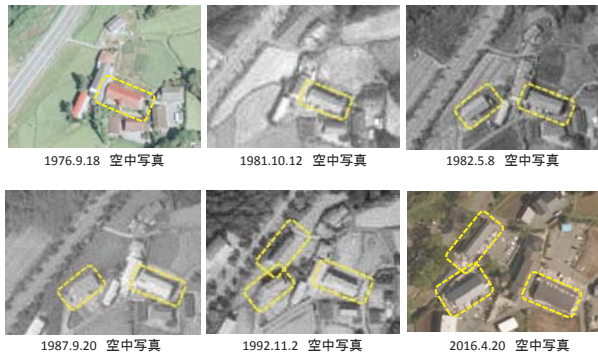
出典: 国土地理院資料

「熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会」(事務局: 国土交通省・建築研究所) に向け国土技術政策総合研究所が行う**建物被害と建築年代の分析**に活用

## 時系列



空中写真による建築年推定イメージ(南阿蘇村黒川) (資料提供: 国土技術政策総合研究所)



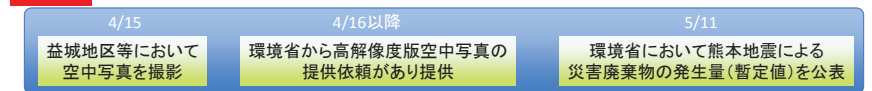
43

# 熊本地震における事例: 災害廃棄物発生量の推計

## 活用事例

環境省が実施する**災害廃棄物発生量の推計**に国土地理院の航空写真を活用

## 時系列

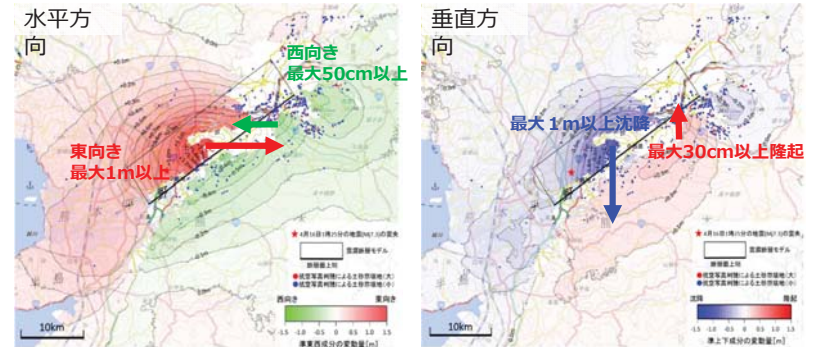
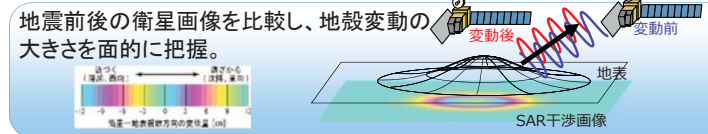


## 環境省における災害廃棄物の発生量の推計方法



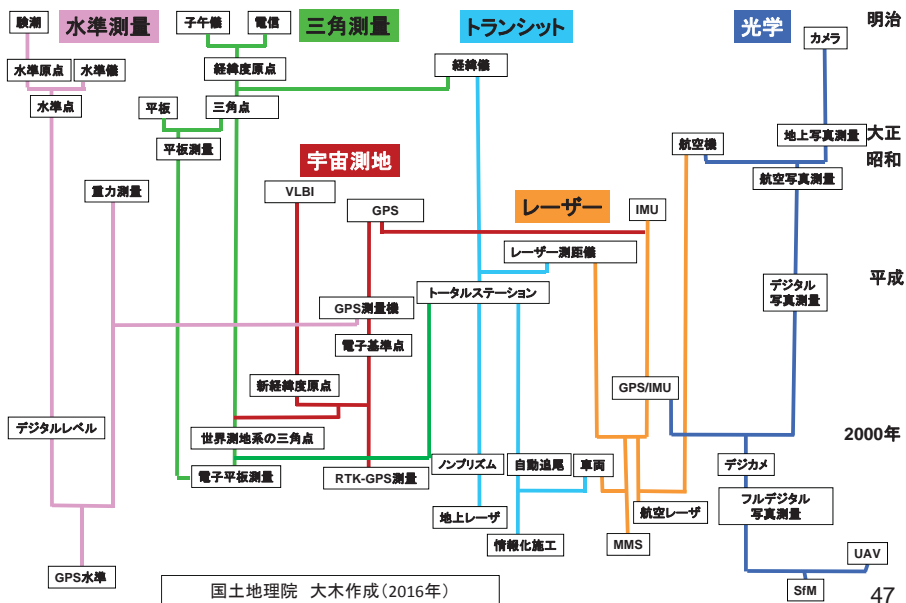


## 干渉SARによる広域な地殻変動の把握



- ・水平方向には、断層の北側で東向きに最大1m以上、断層の南側で西向きに最大50cm以上の変動
  - ・上下方向には、断層の北側で最大1m沈降、断層の南側で最大30cm以上隆起
  - ・4月19日までの観測結果をもとに推定、4月20日に公表
- 出典: 国土地理院資料 46

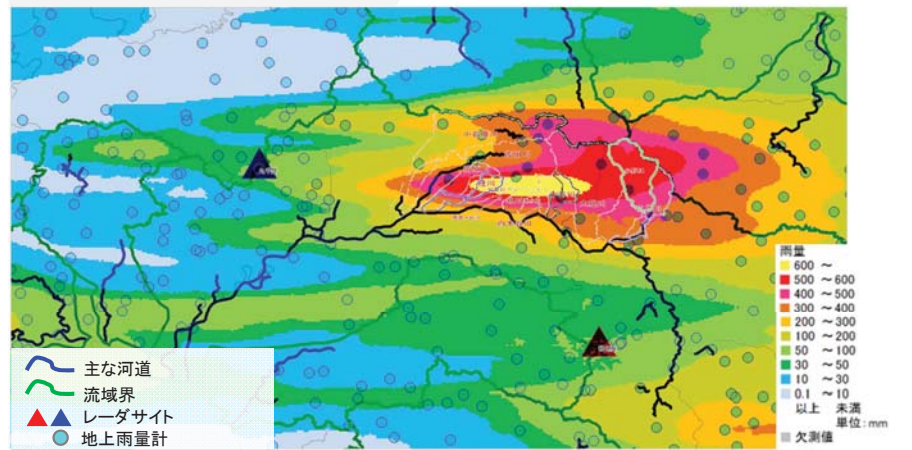
## 測量に関する技術の系譜



## 1.1 平成29年7月九州北部豪雨の概要

7月5日から6日にかけて、対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく非常に湿った空気が流れ込んだ影響等により、線状降水帯が形成・維持され、同じ場所に猛烈な雨を継続して降らせたことから、九州北部地方で記録的な大雨となった(気象庁発表)。レーダ雨量計の解析結果から、九州北部地方では、7月5日の24時間総降水量が多いところで600ミリを超え、7月の月降水量年値を超える大雨となったところがあった。

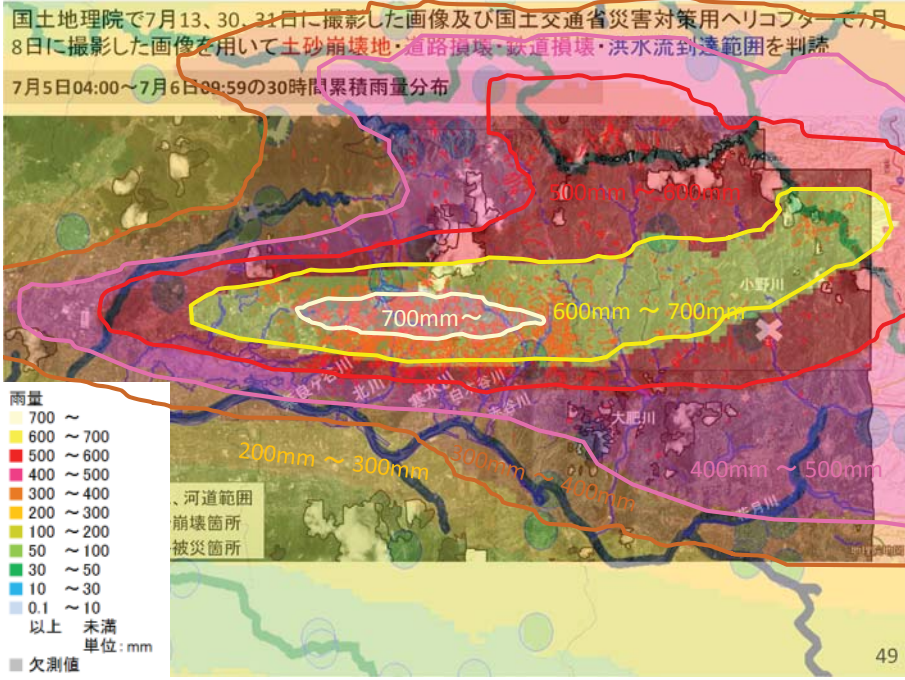
7月5日00:00~23:59の累積雨量分布



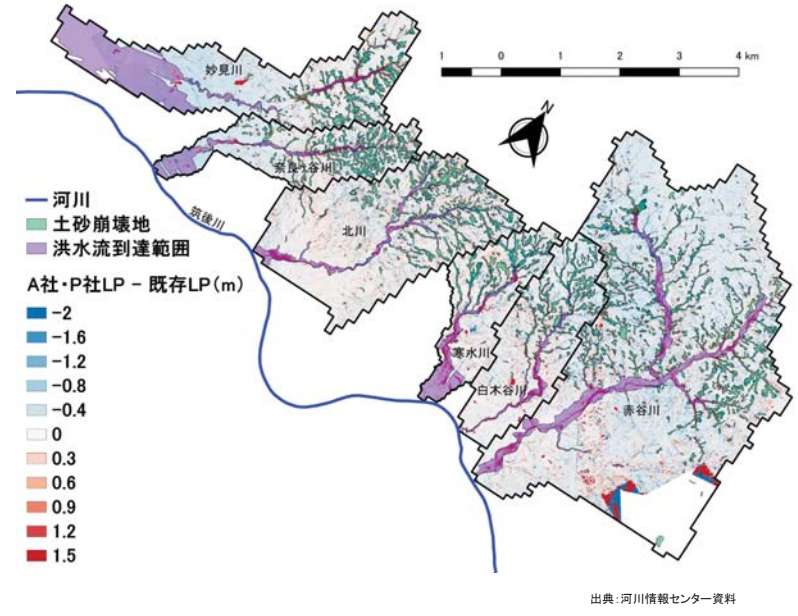
(暫定値)

出典: 河川情報センター資料

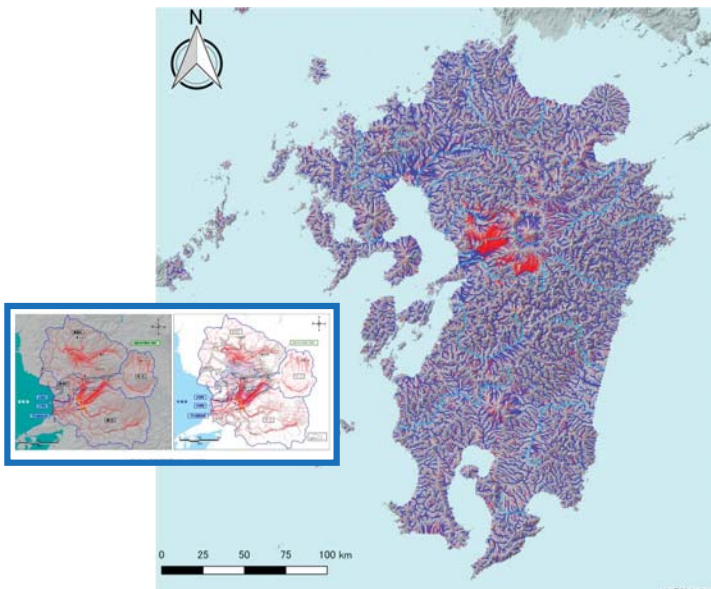




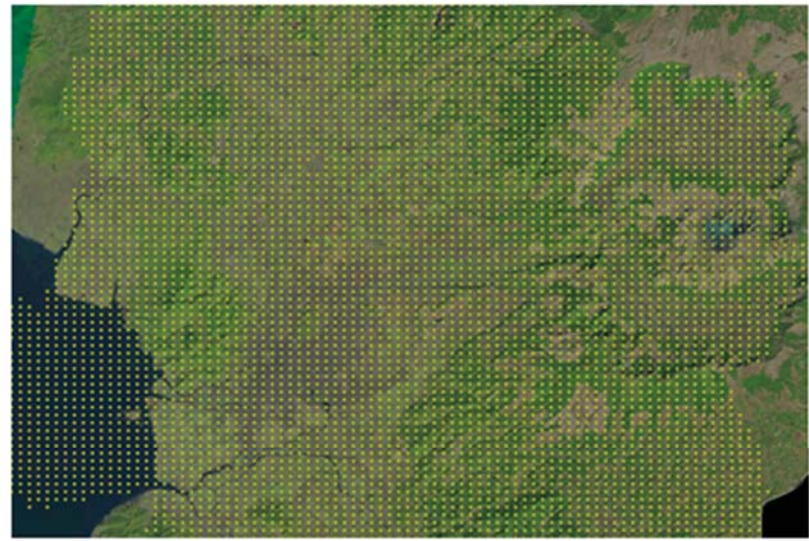
## 九州北部豪雨に見る技術の凄さ



## 水に流れの分析(地表水と地下水) 九州地方

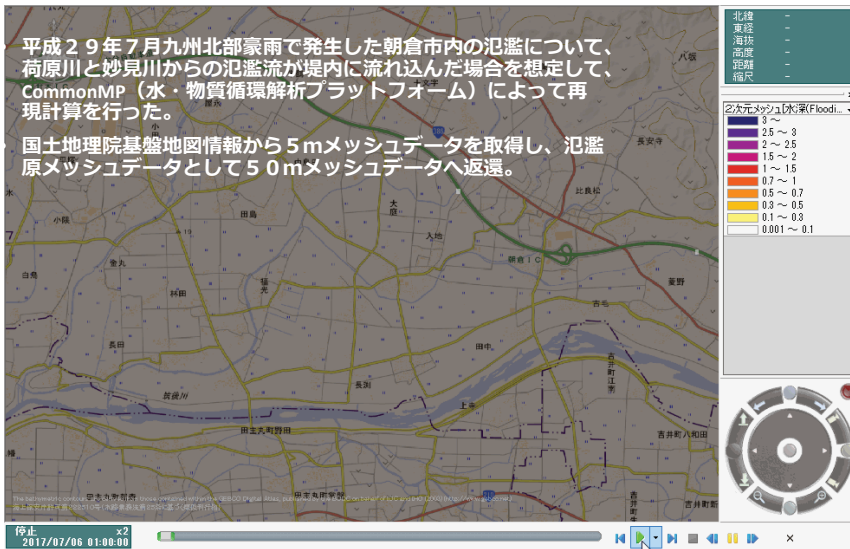


## 水に流れの分析(地表水と地下水) 熊本地方





# 九州北部豪雨(朝倉市)の氾濫計算 (仮想条件下)



出典: 河川情報センター資料 53

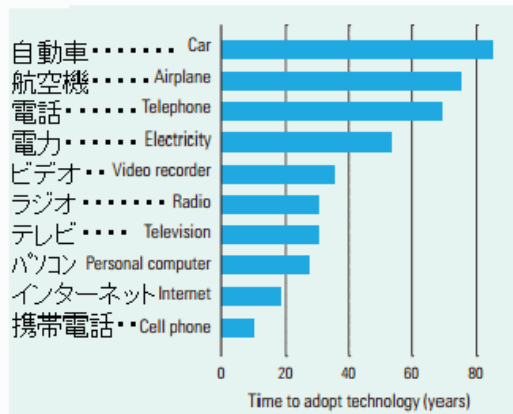
# すべてがネットの渦に



読売新聞 平成30年1月6日(土)朝刊 54

# 米国における新技術の普及スピード

人口の50%にまで浸透するまでの年数

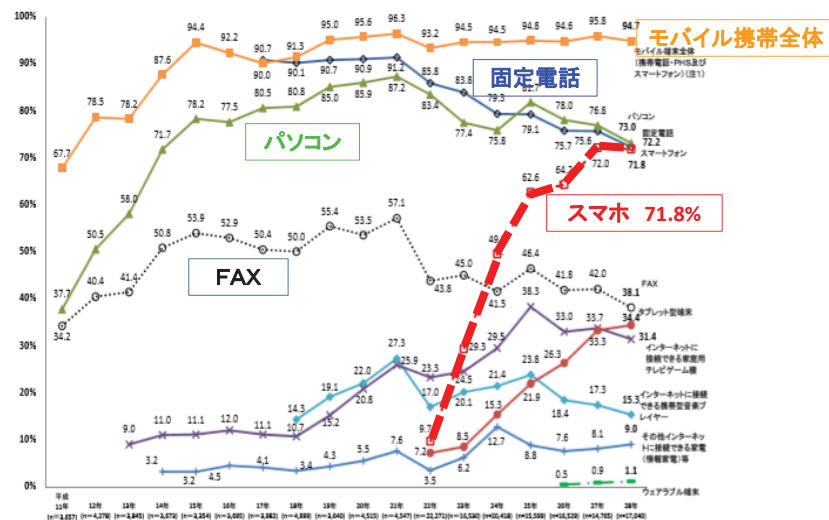


Note: Adoption refers to time for penetration of 50 percent of the population. Source: Donay 2014.

(資料) human development report 2015

- ◆ 自動車は 80年以上
- ◆ 電話・電力は 50年前後
- ◆ パソコン等は 30年未満
- ◆ 携帯電話は 10年程度
- ◆ スマホは

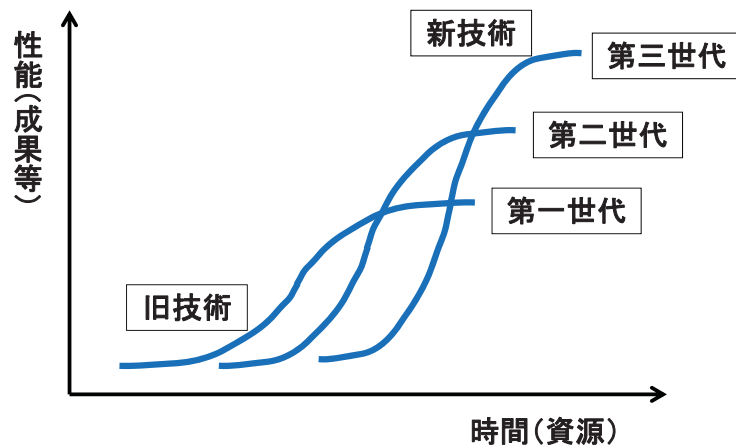
# 情報通信機器の保有状況の推移(世帯)



総務省:平成28年通信利用動向調査

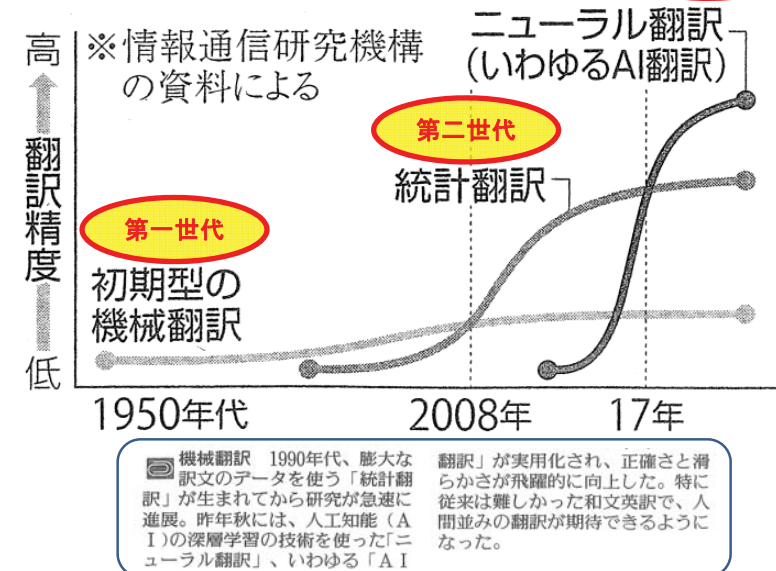


## 先進技術と後発技術 (技術進歩のS字カーブ)



57

## 機械翻訳の仕組みと精度(イメージ) 第三世代



58

## 技術の持つべき要素

- ◆ 社会資本の建設生産システムは、**調査・企画・測量・設計・積算・施工・維持管理・修繕・更新の技術プロセス**で構成。
- ◆ それぞれに**コスト、時間、性能、信頼性、安全性、安定性、耐久性**などの要素を満足しなければならない。
- ◆ また、**全体のシステム設計としての生産性・柔軟性・弾力性・冗長性**、さらには優れた**構造美(デザイン)**なども有することが必要。

59

## 技術の来し方行く末

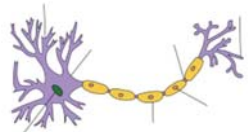
- ◆ その際、先進の旧技術が陳腐化し、後発の**新技術に追い抜かれることは技術の宿命**であることを知りつつも、
- ◆ 旧技術であっても新技術にはない役割を担っている場合があること、活用の重心移動はあるものの**経験・勘を備えた安定した技術として存在することを忘れてはならない。**
- ◆ 「技術」の来し方行く末を考えると、**新旧の技術をベストミックスとして融合化させて、実践的な「技術」として昇華させて、国づくり、地域づくり、人づくりに奉仕すること**にも忘れてはならない。

60

## 深層学習(ディープラーニング)にチャレンジ

「深層学習(ディープラーニング)を素人向けに解説」の記事から、理解にチャレンジしてみる

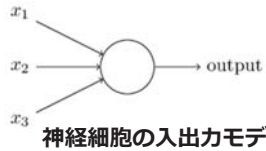
※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/05/deeplearning1/>



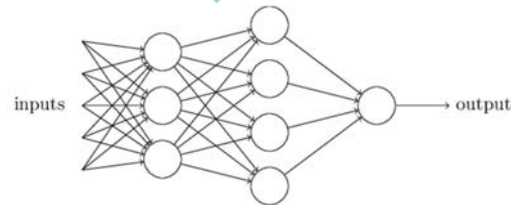
人間の脳の神経細胞



人間の脳の実際の神経細胞は、多数の枝があちこちに伸びながら複雑に絡み合っている



神経細胞の入出力モデル



神経細胞の入出力モデルを大量に集めて作ったネットワーク(ニューラルネットワーク)

61

## <参考> ニューラルネットワークとは(1/5)

「種族の識別」を例にしてみる  
(哺乳類で卵を産む生物もいるが、ここではそれは考えないことにする。)

- 恒温動物か? (1点)
- 肺呼吸をするか? (1点)
- 卵を産まないか(胎生か)? (1点)
- 足があるか? (1点)



哺乳類かどうかを判別する入出力モデル1

哺乳類は、恒温動物、肺呼吸をする、卵を産まず、多くの場合足がある。そこで、それに一致する場合、このモデルに入力し、4点の場合哺乳類と判定してみる。



4点=哺乳類



4点=哺乳類



3点=哺乳類ではない??

※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> を参考に作成

※ 画像はいずれもWikipediaから引用

62

## <参考> ニューラルネットワークとは(2/5)

では、合格点を3点にしてみる

- 恒温動物か? (1点)
- 肺呼吸をするか? (1点)
- 卵を産まないか(胎生か)? (1点)
- 足があるか? (1点)

哺乳類かどうかを判別する入出力モデル2



4点=哺乳類



3点=哺乳類



3点=哺乳類??

※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> を参考に作成  
※ 画像はいずれもWikipediaから引用

63

## <参考> ニューラルネットワークとは(3/5)

では、点数配分を次のよう変え、合格点を5点にしてみる

- 恒温動物か? (2点)
- 肺呼吸をするか? (1点)
- 卵を産まないか(胎生か)? (3点)
- 足があるか? (1点)



哺乳類かどうかを判別する入出力モデル3



7点=哺乳類



6点=哺乳類



4点=哺乳類でない

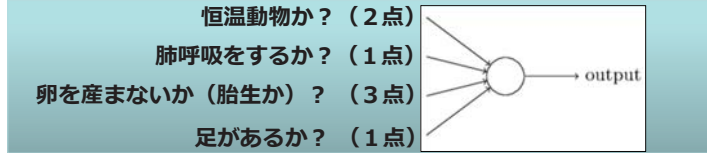
※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> を参考に作成  
※ 画像はいずれもWikipediaから引用

64

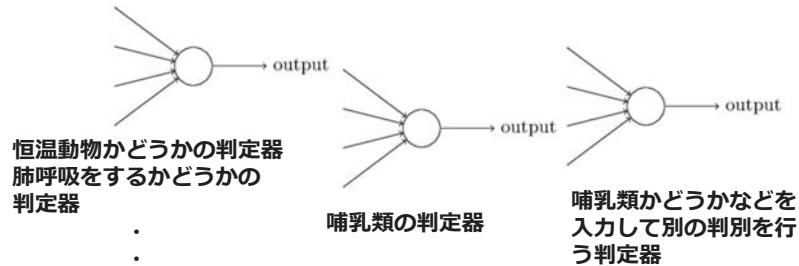


## <参考> ニューラルネットワークとは(4/5)

このように、1つ1つの情報に優先度の割り振りを行うことで、幅広い判断が行われるようになる。



ニューラルネットワークはこのような判定器がいくつも繋がっていて、必要に応じてこの繋がりを自在にコントロールできる



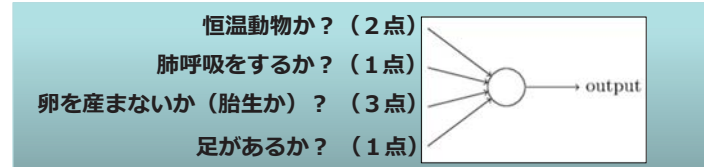
※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> を参考に作成

65

## <参考> ニューラルネットワークとは(5/5)

※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> より

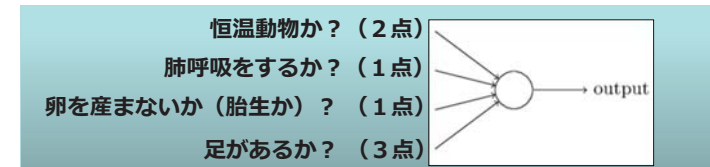
哺乳類の判定器では「哺乳類の選定」と「卵を産むかどうか」の繋がりが非常に重要だったため、より重点的な太い繋がりを作った(配点を多くした)



哺乳類の判定器

では、魚類の判定器の場合はどうか。「卵を産むかどうか」より「足があるかどうか」の方が重要と考えられる。

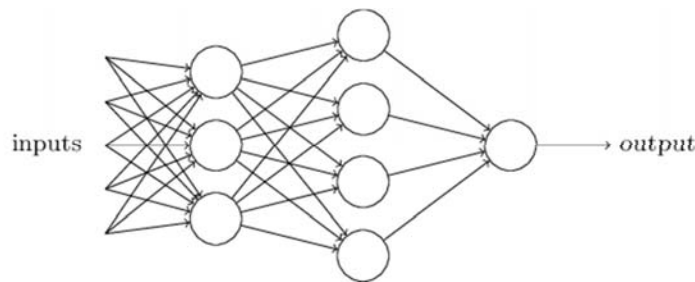
→ 卵を産まないのは哺乳類くらいで、足が無い動物の大半は水棲生物



魚類の判定器?

66

## ニューラルネットワークを活用



↑ ↑ ↑  
いくつもの判別器を組み合わせると  
結果 (output) を得る

※画像は <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> より

67

## 教師あり学習の重要性

どうやって繋がりの太さや情報の重要性を決めるの?



- ・人が教える知識として学ぶ (教師あり学習)  
→ 正解と不正解をいちいち機械に教える  
(情報の正確度や重要性は人間を通して機械は簡単に理解できる)

つまり、人が  
「哺乳類は、卵を産まない恒温動物だ」  
「クジラのような海棲哺乳類もいるから気を付けてね」  
と教えることで、機械は情報を整理できる。

※ <http://stonewashersjournal.com/2015/03/07/deeplearning1/> より

68

## 河川分野でAIが適用可能な分野

水位予測

降水予測

異常検知

故障検知

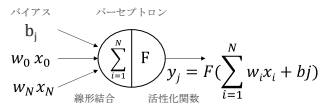
衛星画像解析

レーダ画像解析

見守り (AIスピーカ)

避難シミュレーション

洪水シミュレーション



ドローン

陸上ロボット

水中ロボット

エッジAI

クラウドAI

高密度センサ

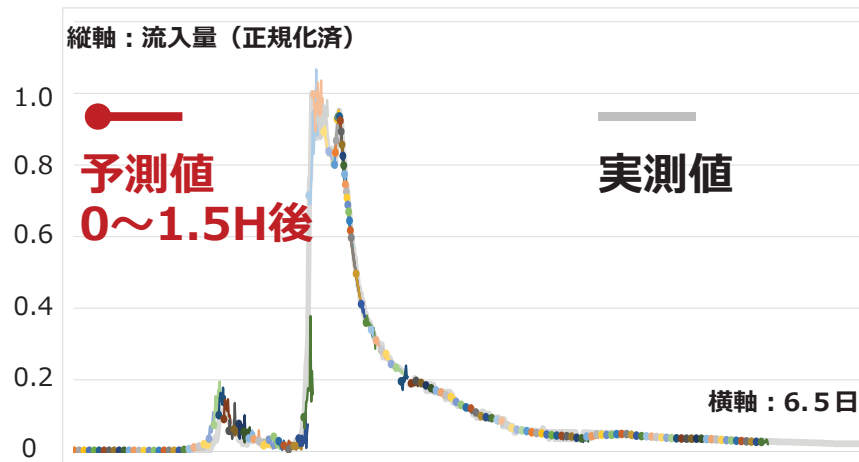
出典：平成29年度河川情報シンポジウム資料 69

## AIプロジェクトでの取組テーマ例

- ① 洪水はAIで予測できるか？
- ② 水位データの異常はAIで検知できるか？

70

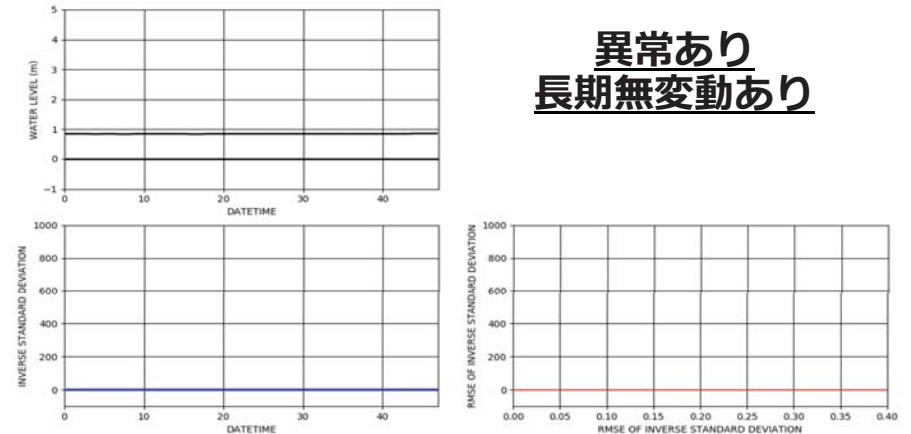
## AIによる洪水予測結果 例1



## WaveNetによる洪水予測

出典：平成29年度河川情報シンポジウム資料 71

## AIによる異常検知結果 例2



縦軸：上段：水位 (m)

縦軸：下段：階差の標準偏差の逆数

横軸：年月日時分 (8時間分)

縦軸：RMSE：二乗平均誤差の1/2乗

出典：平成29年度河川情報シンポジウム資料 72



# 幅を持った社会システムの構築を

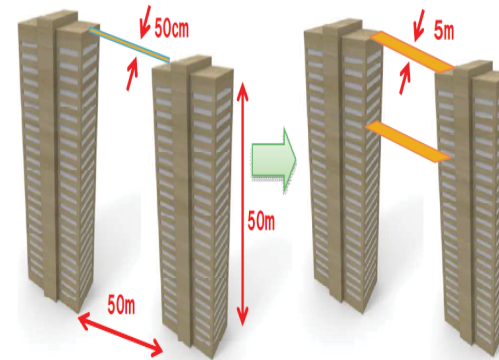
～ 柔軟かつ臨機に、そして包括的に ～

## 幅を持つこととは？

### 【幅を持った社会システムの概念】

- システム全体としては、機能不全に陥らない柔軟・臨機応変・包括的に対応するため、個々の施設や取り組み同士が十分に連携しあうことによって、「幅」を持たすことが重要である。
- 個別最適と全体最適、全体最適の視点間の両立にあたっては、調整するための幅が必要である。

### 【機能不全に陥らないシステムのイメージ】

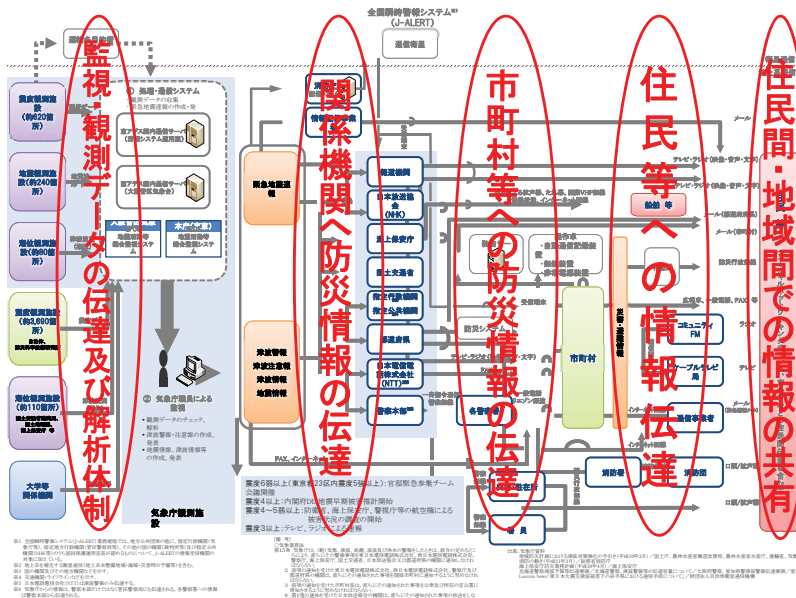


- ◆二つの独立したビル(社会資本)が、一本の通路(ハード整備)によって結合され、一体の構造物(一つのシステム)として機能。
- ◆しかしながら、50cmの板を誰が安全に安心して渡ることができるか。実質的にシステムとして機能をしていない。
- ◆5mの幅の板を渡すことにより、誰もが安全に安心して渡ることができるシステムとして成立する。
- ◆さらに、もう一本追加すると、その冗長性は向上する。

「幅を持った」システムが必要

出典:国土審議会 今後の水資源政策のあり方について 中間とりまとめ 参考資料

## 津波に関する一連の情報伝達(全体像)



## 個別最適・全体最適とは ～ 囚人のジレンマを例に ～

共同で犯罪を犯したと思われる囚人A・Bに対する**別々**の取り調べ  
二人には以下のルールを伝える。

### ルール

- ・2人とも黙秘したら、2人とも懲役2年
- ・1人だけが自白したらその場で解放。自白しなかった方は懲役10年
- ・2人とも自白したら、2人とも懲役7年

		B にとっての 個別最適	
		黙秘	自白
A にとっての 個別最適	黙秘	(2年 / 2年) 全体最適	(10年 / 0年)
	自白	(0年 / 10年)	(7年 / 7年)

「個別最適」の組み合わせが「全体最適」とはならない

## 個別最適・全体最適とは

### 個別最適(部分最適)

- ◆システムや組織(特に企業)の一部のみが最適化された状態であることを意味する語。局所最適とも言う。
- ◆一部(例えば、企業では部署レベル)では最適化されていても、全体としては最適化されていない場合や、かえって負の影響が大きくなる場合もあるとして、一般的には個別最適ではなく全体最適を目指すべきだと考えられることが多い。



個別最適の重ね合わせ = 全体最適 とは限らない

目的関数:  $f(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i = (c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n) \rightarrow \max$

### 全体最適

- ◇システムや組織(特に企業)の全体が最適化された状態であることを意味する語。
- ◇一部のみが最適化されていることを指す「個別最適」と対比される語であり、システムや組織の理想像として挙げられることが多い。

(実用日本語表現辞典より) 77

## 「幅を持った」社会システムの構築を

### 1. 冗長性、代替性を持った(redundancy)

- ◆どんな状況に至ろうとも対応手段が皆無にならないように、事前に対処方法や仕組みを二重化・三重化
- ◆バックアップオフィスの確保、東日本大震災時の「くしの菌作戦」など

### 2. 何が起きても壊滅的破壊に至らない(robustness)

- ◆一つ一つのシステムが完全に麻痺したり機能不全に陥ったりしない
- ◆地震による大きな揺れがあったとしても瞬間的には倒壊しない

### 3. 粘り強く復元可能な(resiliency, tenacity)

- ◆一つ一つの要素が破壊されるプロセスに粘り強さを
- ◆被害の拡大が遅れて進行するように誘導、現象をしなやかに受け流す

### 4. 融通が利き順応性を持った(elasticity)

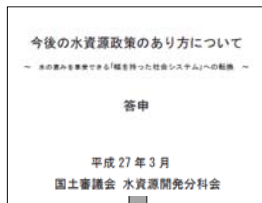
- ◆その時々事態に合わせて柔軟かつ臨機に最善の方法を選択
- ◆平常時からの防災教育等のソフト対策

### 5. 安全・安心を与えてくれる(securing safety)

→ 「幅を持った」社会システムの構築を

78

## 「幅を持った」社会システムの構築を



### 【新たな水資源政策の基本理念】

水資源政策は今まさに変曲点に立っている。上記に述べた水資源開発施設の整備の現状に立脚し、新たな課題に対処するため、本答申では、「安全で安心できる水を確保し、安定して利用できる仕組みをつくり、水の恵みを将来にわたって享受することができる社会を目指すこと」を今後の水資源政策の基本理念として掲げた。

また、この理念を実行するにあたっての考え方として、水の涵養から貯留、利用、排水に至るまでの水が循環する過程を見据えた上で、ハード・ソフト対策の一つひとつの要素が「つながり合わせる」一つの全体システムとして機能するように、「個別要素(個別最適)」と「全体システム(全体最適)」の両立を目指し、何が起きても対処でき、安全・安心を実現するシステム、すなわち「幅を持った社会システム」の構築が必要であることを示した。

※今後の水資源政策のありかた 答申P2抜粋

### 新聞掲載

日本水産新聞 2015年4月2日 1面掲載



日刊建設通信新聞 2015年3月31日 2面掲載



79

## ライフライン(電力)の応急復旧(宮城県女川町)



写真提供: 東北電力

80



## ライフライン(電力)の応急復旧(宮城県仙台市)



写真提供:東北電力 81

## 主要国の一次エネルギー自給率比較(2014年)



経済産業省資源エネルギー庁:日本のエネルギー

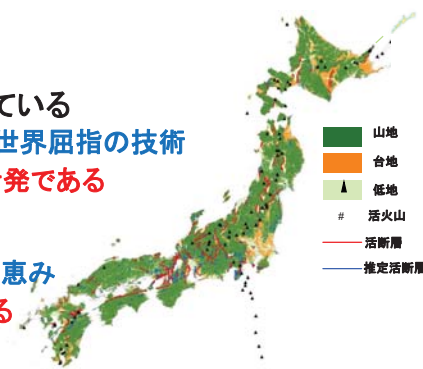
## 「五電」について (「発・送・蓄・節・通」×電)

- ◆ 大規模災害発生時の燃料問題、通信確保、現地での被災者・避難者対応、円滑かつ着実な災害復旧・復興の取組、持続的な社会経済活動を支えることなど、電気は必要不可欠。
- ◆ 技術の高度化・付加価値化・一般化を目指して。

- ① **発電**…電気は必要な量を自然発生的に生産できない。着実な発電が必要。
- ② **送電**…供給サイトと需要サイトが異なる地域間の送電が可能なように送電容量を確保するとともに、可能な限りエネルギーロスを低減。
- ③ **蓄電**…大容量の電気をためることはできない。蓄電池などの技術をさらに発展的にし、大規模蓄電施設の開発や小型蓄電の技術向上など、大きな備えから小さな備えまでの取組。
- ④ **節電**…当然ながら、節電技術を先進化することも必要である。BEMS、HEMS、グリッド化などの更なる取組。
- ⑤ **通電**…周波数帯が異なる東日本と西日本の電力融通能力を大幅に上げるか、インフラ再構築の際に共通基盤施設とし、全国を視野に入れた電力供給ネットワークの構築。

## 私たちの住んでいる国土 ~幅を持った社会システムの構築を~

- ①国土の約70%が山地である
  - ➡ 豊かな森林資源、観光資源
  - ➡ 災害を起こしやすい素因がある
- ②プレートが沈み込む場に位置している
  - ➡ 温泉などの資源、耐震化などの世界屈指の技術
  - ➡ 地震・火山活動や地殻変動が活発である
- ③温帯湿潤の気候である
  - ➡ 水資源、農作物の適地、四季の恵み
  - ➡ 梅雨や台風時に豪雨が発生する



私たちは、風水害、地震・津波、火山災害が頻発する国土に住んでいます。

風光明媚な豊かな日本

潜在する災害⇔災害との共存

幅を持った社会システムの構築



# 自助・共助・公助



上杉鷹山(1751年～1822年)：江戸時代中期の米沢藩藩主

- ※ 江戸時代に疲弊した藩財政を立て直し
- ※ 質素儉約、殖産興業
- ※ 三助の実践
  - ・ 自ら助ける、すなわち「自助」 = 「自助」
  - ・ 近隣社会が互いに助け合う「互助」 = 「共助」
  - ・ 藩政府が手を貸す「扶助」 = 「公助」

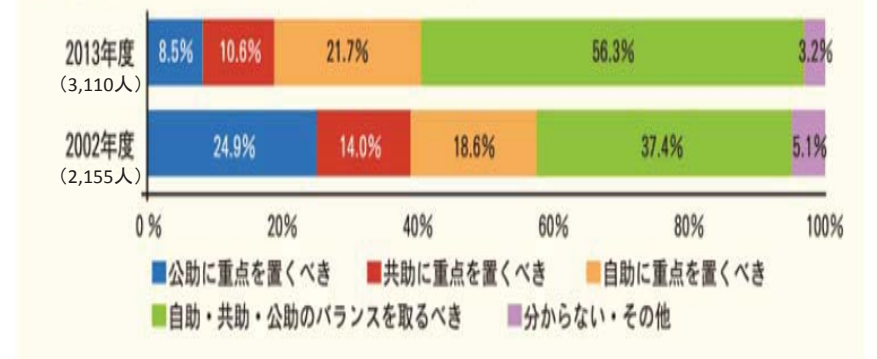
※ 「為せば成る 為さねば成らぬ 何事も  
成らぬは人の 為さぬなりけり」

※ 世上无难事，只怕有心人

自助:共助:公助 = A:B:C

## 自助・共助・公助に関する意識(東日本大震災後)

国民が重点を置くべきだと考えている防災政策



## 東日本大震災における「釜石の奇跡」

東日本大震災の大津波が東北地方沿岸部に甚大な被害を及ぼしたなか、岩手県釜石市内の児童・生徒の多くが無事でした。この事実は『釜石の奇跡』と呼ばれ、大きな反響を呼んでいます。なかでも、海からわずか500m足らずの近距離に位置しているにもかかわらず、釜石市立釜石東中学校と鶴住居(うのすまい)小学校の児童・生徒、約570名は、地震発生と同時に全員が迅速に避難し、押し寄せる津波から生き延びることができました。積み重ねられてきた防災教育が実を結び、震災発生時に学校にいた児童・生徒全員の命を大津波から守ったのです。



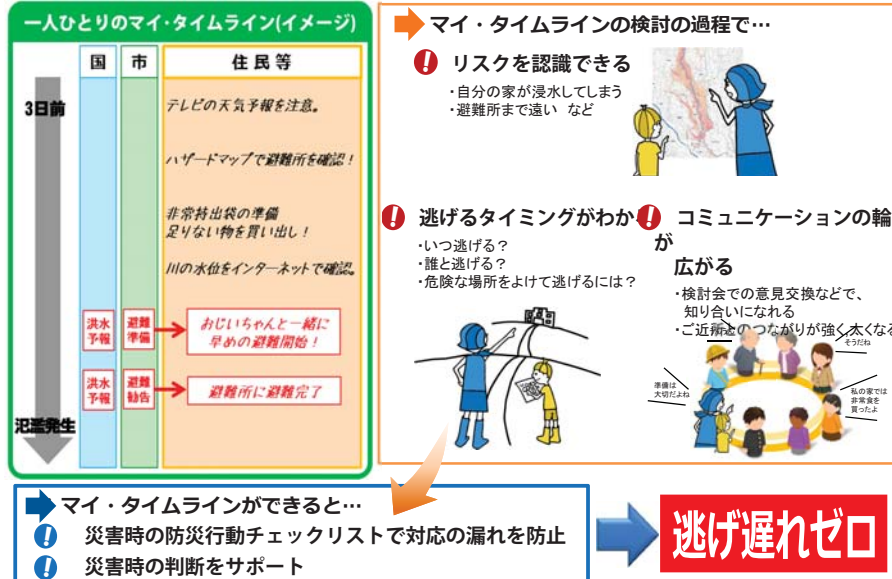
3月11日、東日本大震災当日。一緒に避難する釜石東中学校生徒と鶴住居小学校の児童たち

なぜ『奇跡』と呼ばれているのか？

⇒ 人は逃げないから



## マイ・タイムラインとは…



鬼怒川・小貝川下流域大規模氾濫に関する減災対策協議会「防災意識社会」の再構築を目指す。

## 三つの備え

### 1. 経験

- 過去の災害「経験」を後の災害に活かすこと。
- 実際の災害「経験」だけでなく訓練や研修なども重要である。

### 2. 土地勘

- 「土地勘」があれば、どこが危なくて、どこが安全かを知ることができる。
- 「土地勘」は、避難者、避難支援者ともに有効に機能する。

### 3. 平常時

- 「平常時」を知っておけば、何が異常なのかをすみやかに察知できる。
- 「平常時」から地域コミュニケーションを作っておくことが大事。

90

## 証拠 ～ 此処より下に家を建てるな ～

押し寄せた津波は石碑の手前で止まり、  
これを守り続けた集落の人々(石碑より上にある集落)は、今回の津波から免れた。

岩手県宮古市重茂姉吉地区  
Photo taken by Minako Saito



## 過去・現在・未来

東日本大震災の辛い経験と厳しい教訓は、  
過去、現在、そして未来をつなぐ証拠として、  
また、災害に負けない国土づくり、地域づくりへの  
知恵として、永遠に引き継がなければならない。

「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告(中央防災会議)」(平成23年9月28日)

91

92

A topographic map of Japan, showing the main islands and surrounding waters. The map uses a color gradient to represent elevation, with green for lower elevations and brown/yellow for higher elevations. The text is overlaid on the map.

ご清聴、誠に  
ありがとうございました。