

(関東地方非常通信協議会記念講演会)

# 災害対策にビッグデータは使えるのか

2016年4月15日

情報未来創研 代表

東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授

稲田 修一

# 1. ビッグデータ時代の革新（イノベーション）の本質と災害対策

# 情報通信の劇的進化とビッグデータ

- ◆ ビッグデータやIoT（モノのインターネット）、AI（人工知能）などが話題となっている背景
  - ⇒ ICTの劇的進化による大量データの収集・分析・活用の容易化
  - データの収集・分析による複雑な事象の「見える化」
  - ネットワークやシステム利用の簡単化
  - 一段と強力になったコンピュータパワー



これが社会や産業の革新につながり始めた  
この革新の成果は災害対策にも活用可能では？

# データの収集・分析による複雑な事象の「見える化」

## ◆ 東大日次物価指数

日本全国の300店舗のPOSデータから商品の価格や販売数量を収集。それをもとに購買取引が行われた翌々日に物価指数として公表（より充実した最新データは、ナウキャスト社より有料で配信中）

⇒ POSデータから地域で売れている商品がリアルタイムで分かる

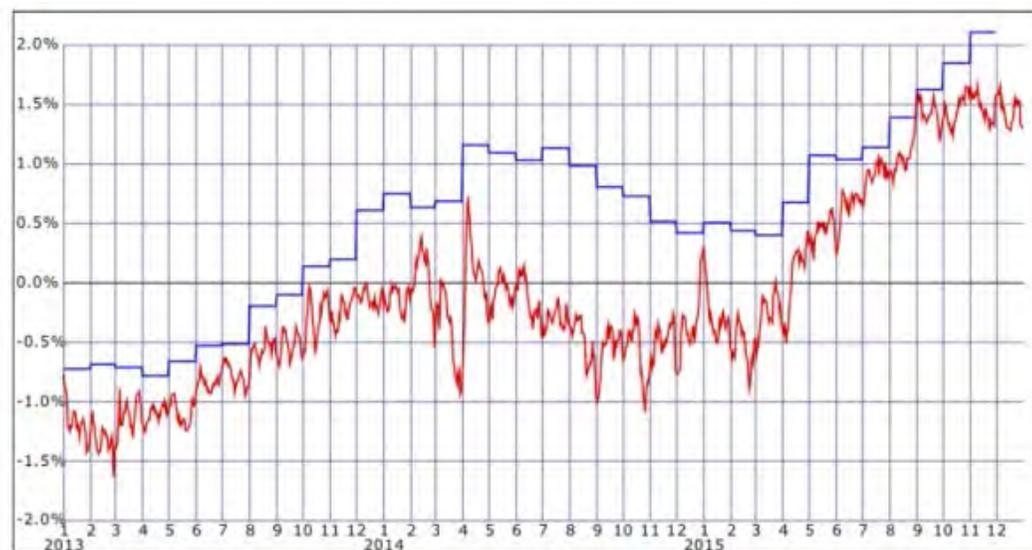
## ◆ 人々の状態の把握

## ◆ 人々の動きや公共の場の安全性

## ◆ 膨大な顧客の声の可視化

等等

○ 日次物価指数(直近) > 全国

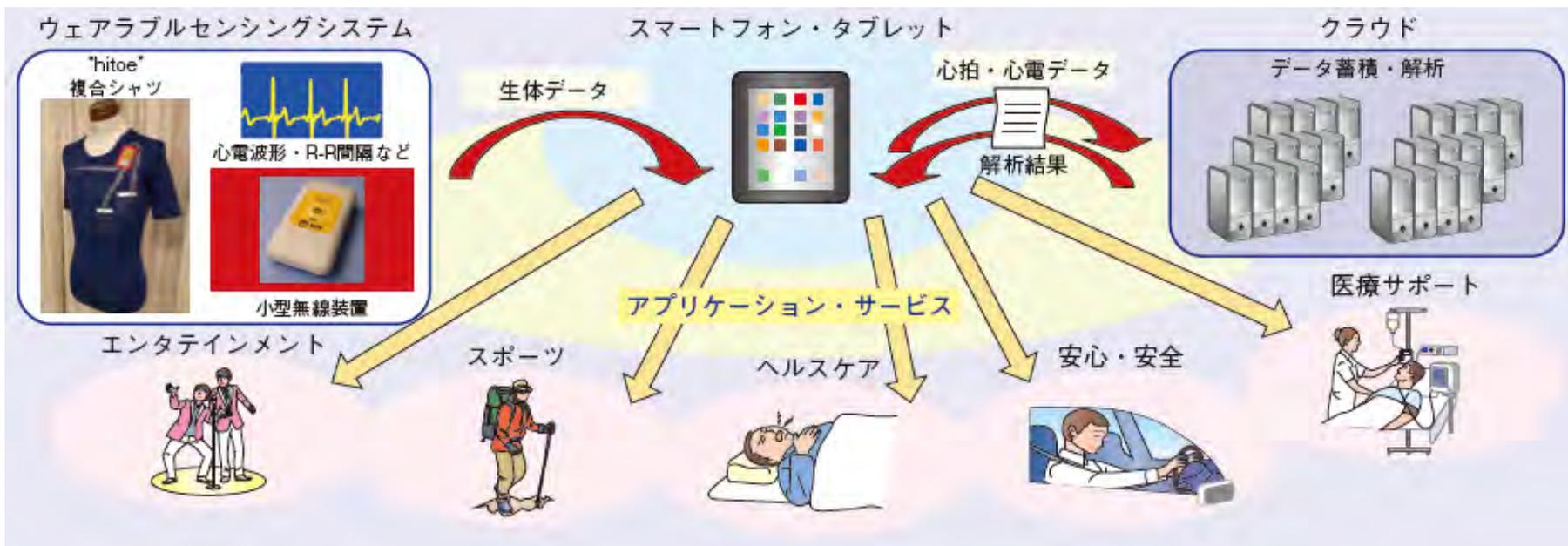


■ 東大指数1週間平均 ■ 総務省指数

# 人々の緊張感など状態の把握

- ◆ ウェアラブルな機能素材の開発実用化により、人々の心拍変動や心電波形を継続的に測定可能
- ◆ これを活用し、運動強度やストレス度合いの把握、過酷な環境における作業者の体調管理や安全確保などさまざまな価値創造が可能

⇒ 災害救助作業者の体調管理や安全確保に活用可能

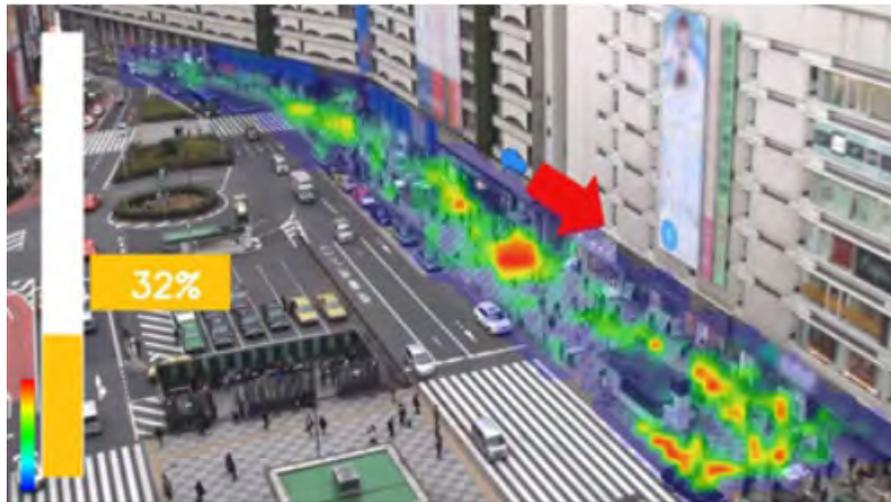


【出所】小笠原他「ウェアラブル電極インナー技術の応用展開」,NTT技術ジャーナル  
Vol.26, No.11, pp.16-20.(2014年11月)

# 人々の動きや公共の場の安全性

- ◆ 人々の動きの変化を分析して混雑度を高精度に推定し、異常混雑を検出し、例えば駅への入場制限など公共の場の安全性確保につなげることが可能
- ◆ その他、人々の密度や流れの特徴から集団で逃げる行動、取り囲み行動、集団滞留などの異変を検知し、公共の場の安全性確保につなげることが可能

⇒ 災害時の人々の行動把握や危険予知に活用可能



【出所】NECプレスリリース『NEC、豊島区で、世界初の「群衆行動解析技術」を用いた総合防災システムを構築』（2015年3月10日）



【出所】宮崎他「群衆行動解析技術を用いた混雑推定システム」NEC技報, Vol.67 No.1, (2014年11月)

# 膨大な顧客の声の可視化

- ◆ テキストマイニング技術の活用によって、従来、多くの人手をかけて分析していた顧客からの意見・要望を自動的に分析、分類・整理し、サービスの改善や広報活動の活性化などに活用。また、傾向や時系列変化をグラフ化することで、さまざまな「気づき」を喚起できるようになっている

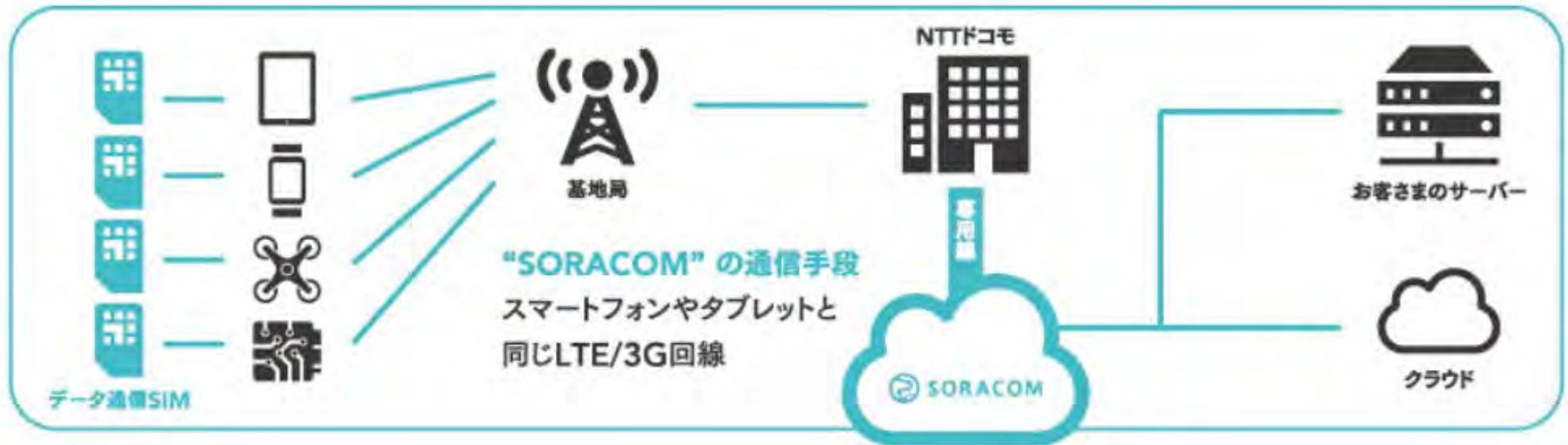
⇒ 災害時の人々の声を自動的に分析、分類・整理することに活用可能



【出所】三菱電機ホームページ

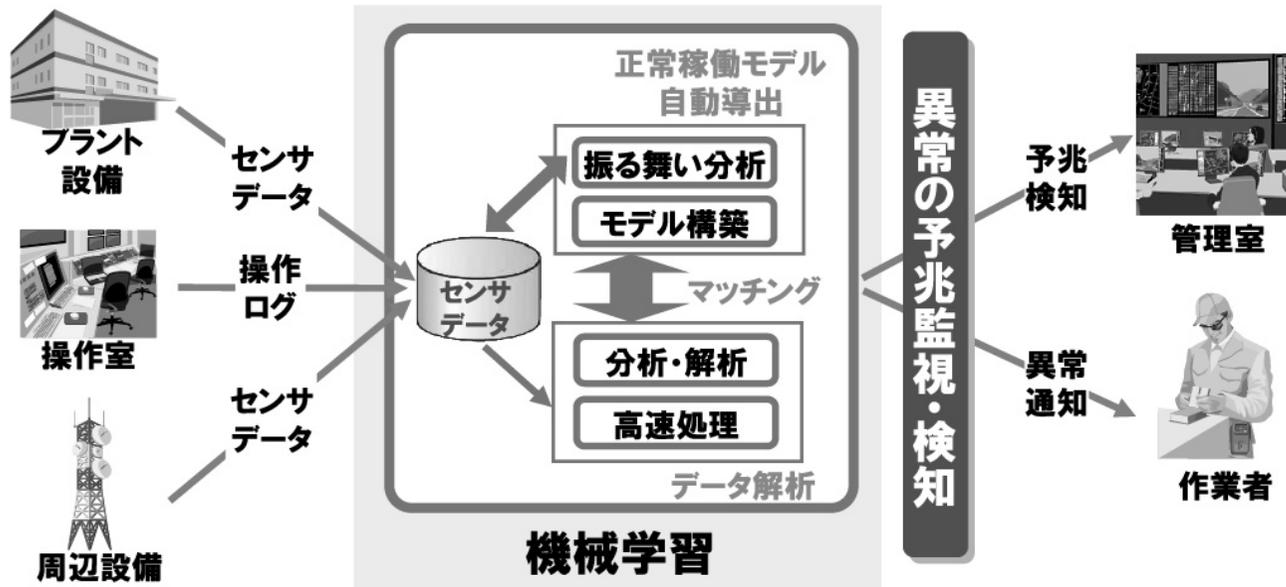
# ネットワークやシステム利用の簡単化

- ◆ 各種モバイルネットワークの発展やネットワークの仮想化によって、ネットワーク基盤を簡単に利用可能
- ◆ クラウド基盤の発展によって、クラウド上のサービスやツールを活用したシステム開発の高速化やシステムの規模やデータ量の変動に応じたコンピュータ資源の柔軟な利用が可能
- ◆ 顧客は手間のかかる保守・運用から解放され、ネットワーク・システムを活用した課題解決にシフト可能



# 一段と強力になったコンピュータパワー 機械学習技術の活用による大規模プラントの管理

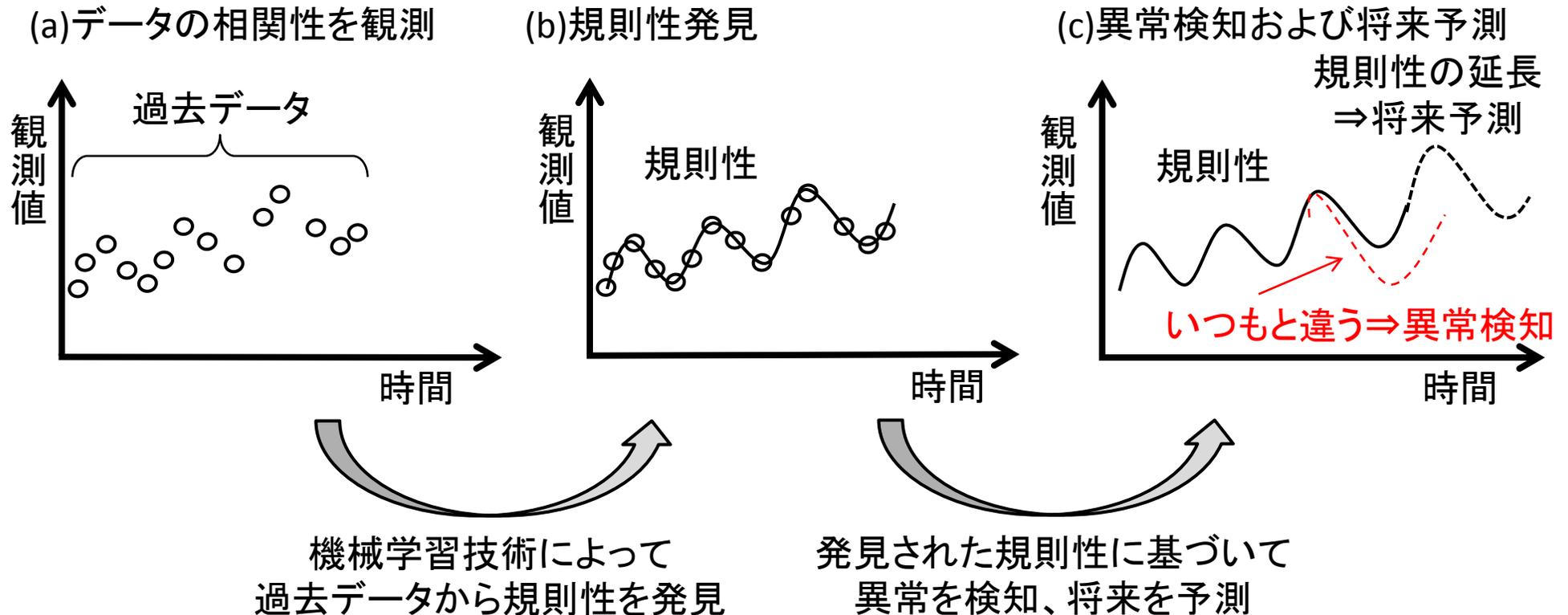
- ◆ 多数のセンサーから温度、圧力、流量、振動などのデータ（プラントパラメータ）を収集。集積したデータから「機械学習技術」を用い、プラントパラメータ間の関係性等を分析・評価し、正常稼働時の振る舞いモデルを自動的に導出。正常稼働時の振る舞いモデルとリアルタイムに収集するデータ比較し、「いつもと違う」挙動の発生を検知し、プラントの異常の予兆を早期に発見。  
⇒ 人間が気付かなかった異常の予兆を検出。安全性の向上に貢献



【出所】 NEC技報Vol.65, No2, 2012 ビッグデータ活用を支える基盤技術・ソリューション特集, 特集概説「ビッグデータを価値に変えるNECのITインフラ」より  
<http://jpn.nec.com/techrep/journal/g12/n02/pdf/120202.pdf>

# 機械学習で何が可能になるのか

- ◆ 例えば、蓄積された膨大な過去データからデータ間の相関を計算し、規則性を発見する
- ◆ 規則性が発見できると、規則性から外れるデータを見つけることで異常検知が可能。また、規則性を将来方向へ延長することで将来予測が可能



【出所】 講演者監修「M2M/IoT教科書」, インプレス(2015年)の図を一部修正

# ここで高校数学の復習です

## 【組み合わせ問題】

- ◆ 組み合わせ問題  $\Rightarrow$  異なる  $n$  個のものから  $r$  個を選ぶ組み合わせの数  $nCr$  を求めること
- ◆ 5個から2個を選ぶ組み合わせ数は
$${}_5C_2 = (5 \times 4) / (2 \times 1) = 10 \text{通り}$$
- ◆ しかし数が多くなるとこれが大変なことになる
- ◆ 90個から6個を選ぶ組み合わせ数は
$${}_{90}C_6 = (90 \times 89 \times 88 \times 87 \times 86 \times 85) / (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)$$
$$= 622,614,630 \text{通り}$$
- ◆ ビッグデータの世界では、このような組み合わせ問題は普通に出現する

# 糖尿病の発症リスクの予測

- ◆ 例えば、多くの従業員の健康診断データがあるとする。1年分の健康診断データの項目数は約30項目。3年分のデータでは、約90項目となる。このデータセットから翌年糖尿病になる可能性が高い人を割り出すモデルの構築を考えると、関連する項目を見つけ判断基準値を割り出すために膨大な計算が必要

ヘモグロビンA1c値

空腹時血糖値

体重

HDLコレステロール値

中性脂肪値

血圧

⋮

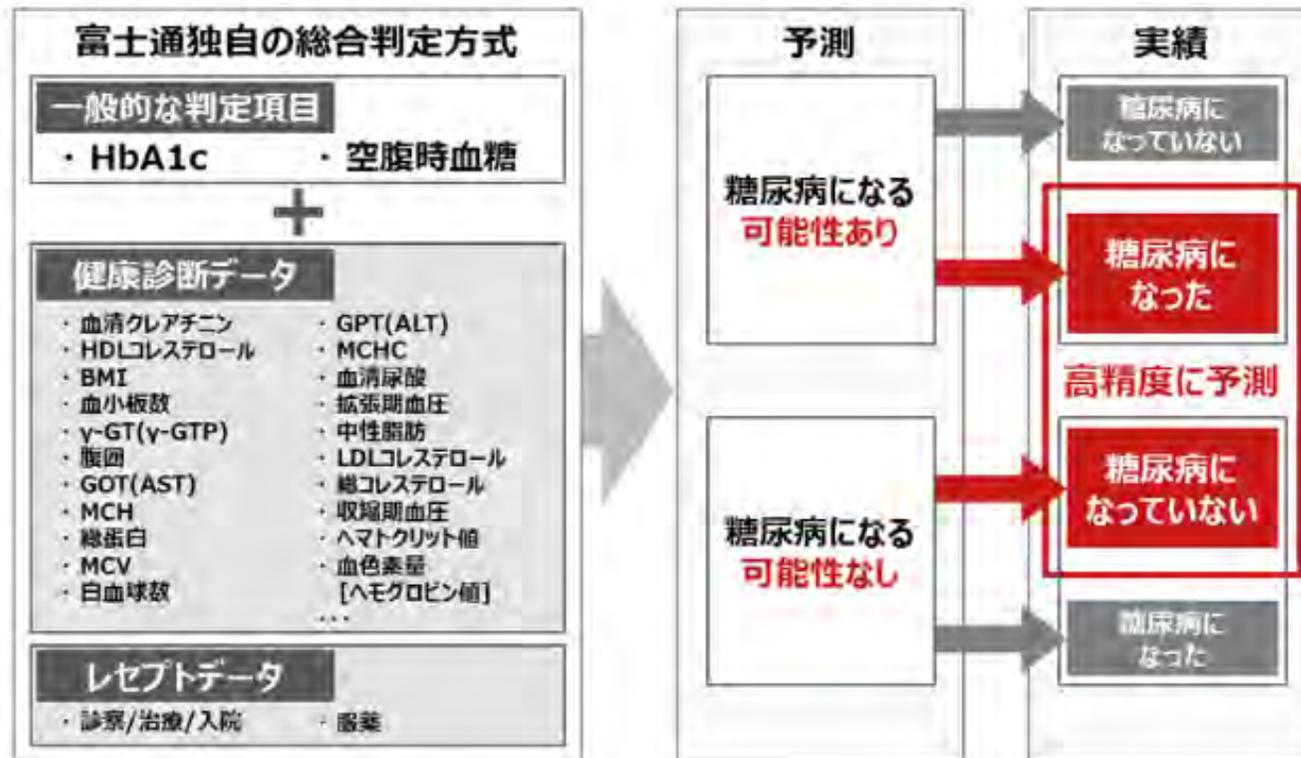
約30項目 × 3年分 = 90項目

多数の項目から糖尿病の発症と相関の高い項目を見つける基本は、膨大な項目の組み合わせごとに糖尿病になったか否かについて、データを集計し判断すること。また、判断基準値の調整も必要。

$${}_{90}C_6 = 622,614,630$$

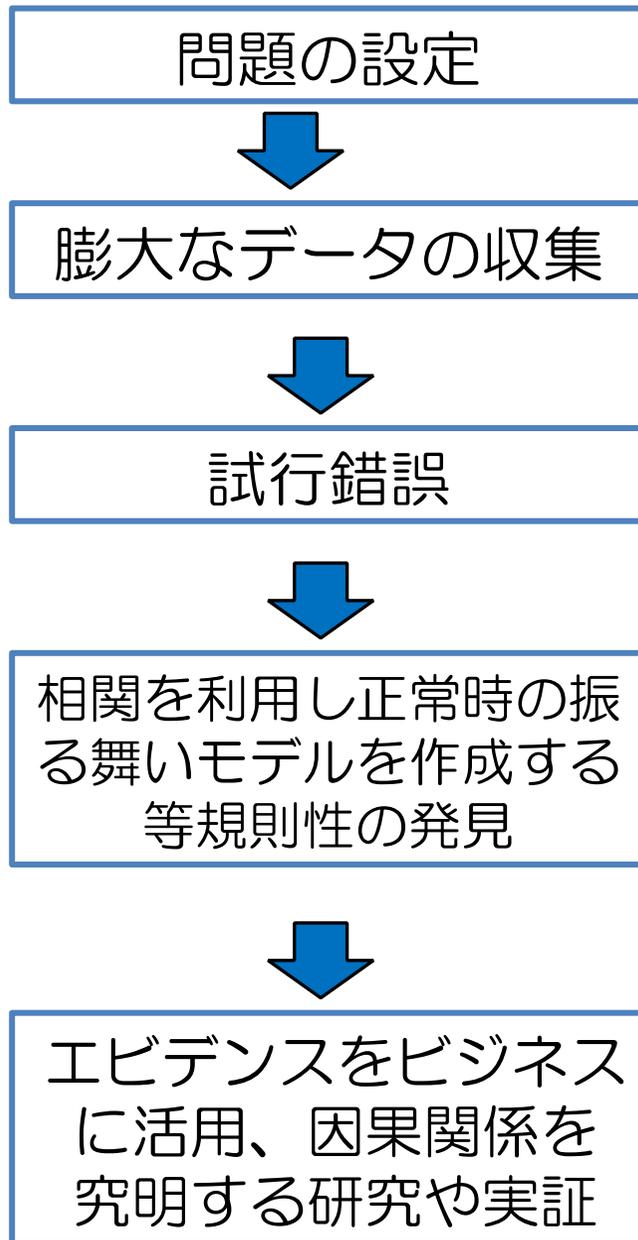
# これを可能にした一段と強力になったコンピュータパワー

- ◆ 従業員26,000名の過去3年分の健康診断データとレセプトデータから機械学習技術（人工知能技術の一つ）を適用し、糖尿病の発症リスクを予測
- ◆ その結果、血糖検査の基準となっている空腹時血糖値、ヘモグロビンA1c値以外の項目も糖尿病の発症と相関することが判明し、これらの項目を用いることで予測精度が25%以上向上



【出所】 富士通ホームページ「機械学習の魅力とワナ 富士通のビッグデータ」より  
<http://www.fujitsu.com/jp/solutions/business-technology/intelligent-data-services/bigdata/column/20150316/>

# ビッグデータ活用によるイノベーションの加速



コンピュータ  
(人工  
知能)  
の  
支  
援

- ◆ さまざまな領域で、膨大なデータを分析してその背後にある規則性を発見し、これを分類・予測モデルの精密化などビジネスに活用する事例が増加している。また、研究においては、エビデンス発見後、因果関係を究明するタイプの研究や実証が始まっている

(事例)

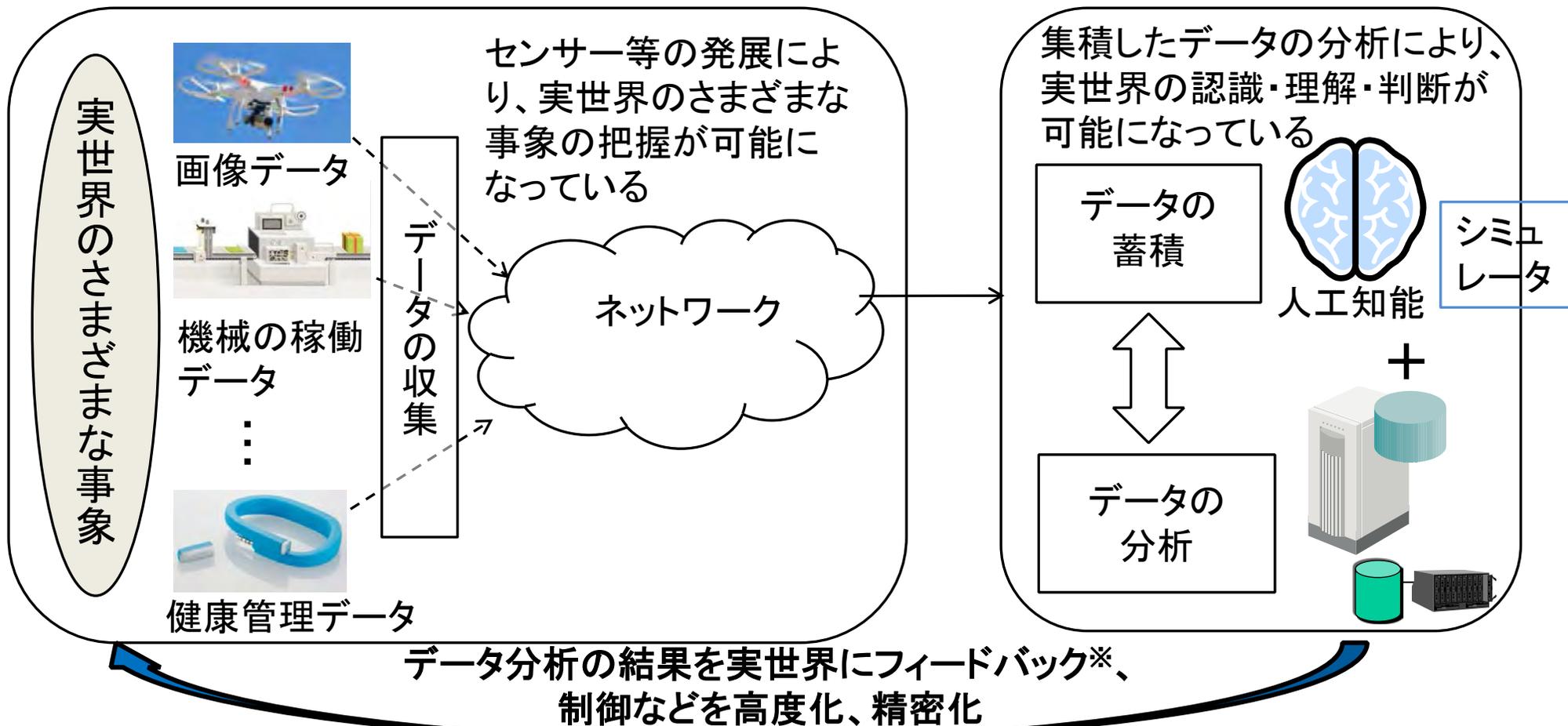
- 製造プロセスにおける欠陥品発生の原因分析、プロセスの最適運用、故障予測など
- 製品の売れ行きパターンの発見とその要因分析（天候、場所、曜日、時間帯等）
- 農産物の収穫量、収穫時期の予測

- ◆ これによってイノベーションが加速

⇒ 災害リスクの分析、災害予測、救助活動の効率化などに活用可能では？

# データ活用により価値を創造する仕組み

各種センサー等により実世界のさまざまな事象を把握し、収集・集積したデータを分析し、従来より迅速、かつ正確な認識・理解・判断を行い、実世界の事象を高度、かつ精密に制御することが可能。これが新しい価値の創出につながっている



※ 「リアルタイム」「意思決定を通じた」あるいは「国民理解を通じた」などさまざまなパターンあり

# ビッグデータの活用が期待される分野

## 製品・機械・設備・施設などの状態監視、運用・保守の最適化

- 各種機械・装置の状態監視、遠隔保守
- 太陽光発電施設のモニタリング
- 移動体などの位置情報の把握
- 建物や橋・道路・水道などインフラ設備の状態把握 など

## 異常や異変の検知、リスクの検出

- 建物や駐車場での異常発生を検知
- 一人暮らしのお年寄りの健康状態の変化
- 洪水や土砂崩れのリスク検知
- 農作物の病虫害リスクの検知  
など

## 各種予測

- ビルやオフィスの電力需要の予測
- 農産物の収穫量・収穫時期の予測
- 気象や気候の予測
- 災害時の被害のシミュレーション  
など

## マーケティング・人材活用の最適化

- 販売活動のリアルタイム把握
- 販売活動の最適化
- 救援活動や復旧活動における物資や人的リソース投入の最適化  
など

# ビッグデータ時代の災害対策

- ◆ ICTの進化により、ビッグデータの収集・分析・活用がさまざまな分野で可能になっており、また、各種ツール類の提供によって意思とスキルがあれば誰でもビッグデータを活用できる時代
- ◆ 災害被害の予測、リスクの分かりやすい伝達、救援活動や復旧計画の最適化など、ビッグデータは災害対策のさまざまな局面に活用可能
- ◆ ビッグデータ活用の大きな価値は、次のとおり
  - 大量データの分析による迅速な状況把握
  - 人が見落とししがちなリスクの検知
  - より精密な予測モデルの開発
  - 「見える化」による分かりやすいリスクの提示
  - 最適化やカスタマイズの容易化 　　等等

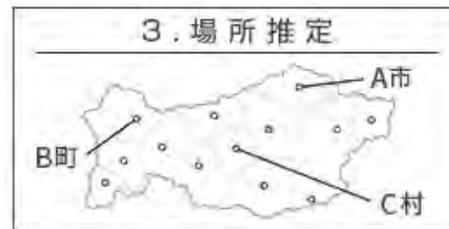
## 2. 災害対策におけるビッグデータ活 用の事例

# 事例1：SNSなどの活用

- ◆ 被災に関するツイートの地域別分布と被災報道の地域分布を比較し、報道空白地の割出し（東日本大震災後にNHKが可能性を模索）
- ◆ ツイートから発災を推定（8割程度の確度で発災検知が可能）（富士通）
- ◆ 250万人のウェザーリポーターの情報から天気だけでなく、自然災害による生活への影響なども把握（ウェザーニューズ）



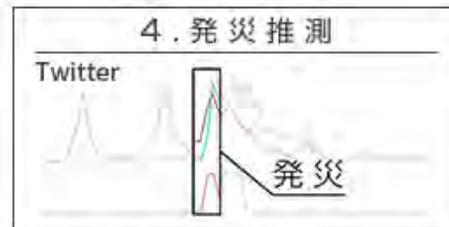
災害のキーワードを含む発言を収集



発言のあった場所を推定



発言から伝聞情報を除去



災害発言の急激な増加から発災を推測

【出所】 FUJITSU JOURNAL, 『災害予測を迅速かつ正確に、防災を支援する「災害ビッグデータ分析技術」』, 2015年5月29日.

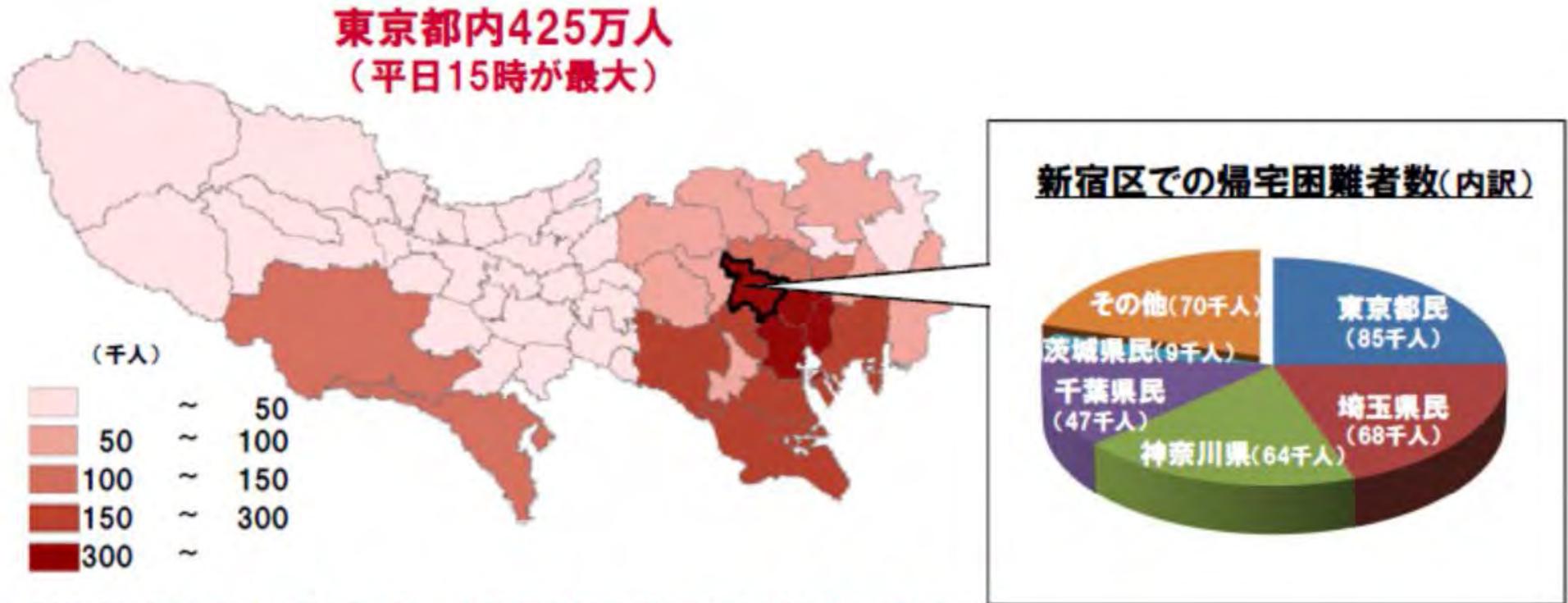
<http://journal.jp.fujitsu.com/2015/05/29/02/>

## 事例2：位置情報の活用

- ◆ 通行可能道路の把握（クルマのプローブ情報を集積し、通行可能道路を割り出し（ホンダなどとITS Japan）
- ◆ モバイル端末の位置情報を統計的に把握し、避難対策や防災対策に活用（携帯電話会社などと地方自治体）
- ◆ スマートフォンなどモバイル端末の位置情報などを活用し、人の動きや安否を確認（携帯電話会社、モバイルアプリ提供者など）

# モバイル位置情報の統計的活用

首都直下地震を前提とした東京都の各区市町村に発生する帰宅困難者数の推定

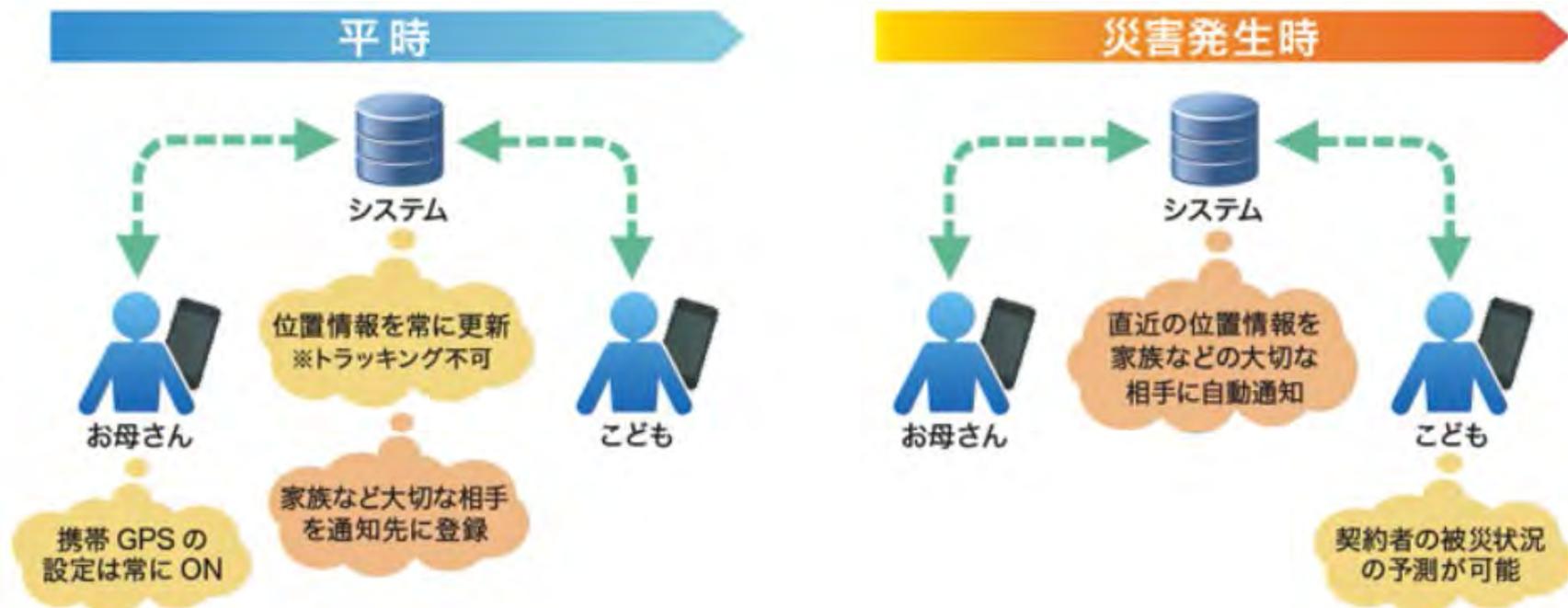


注:2010年12月1日~7日の15歳~79歳のモバイル空間統計に基づく推計値

注: 帰宅困難者の推計方法については、地震発生時の自宅までの距離が20km以上の人々は全員が帰宅困難者に、10km以上20km未満の人々は1km増える毎に10%ずつ帰宅困難者となる割合が増加する内閣府や東京都の推計モデルに準拠

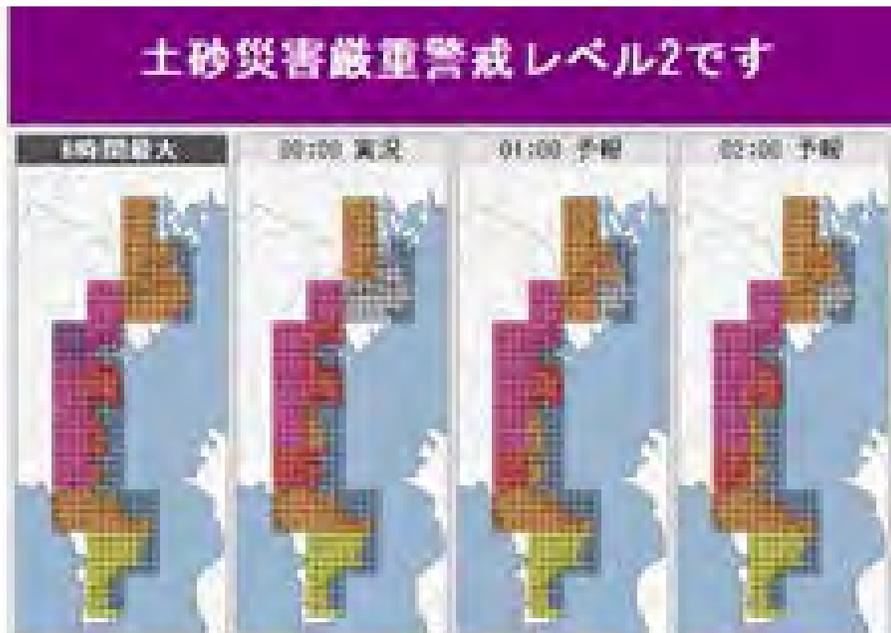
# 安否情報の共有（例：ゼネテック「ココダヨ」）

- ◆ 「緊急地震速報による震度5弱以上」の地震警報に連動し、登録者の位置情報を連絡
- ◆ 大災害発生時の通信困難時に、いち早く位置情報を連絡
- ◆ 災害発生時だけでなく普段の困った時・助けて欲しい時も簡単な操作で自分の安否情報と所在を共有可能（設定により常に共有することも可能）
- ◆ 月に一回第2火曜日10:00～12:00の間に「定期訓練」を実施



# 事例3：気象データなどの活用

- ◆ 鉄道沿線の降水量を1kmメッシュで予測し、路線全域の雨の自動監視と危険の見える化＋気象庁の土壌雨量指数を活用し、土砂災害の危険度を6時間先まで可視化。これによって、鉄道の保線業務を支援（京浜急行電鉄+ハレックス）
- ◆ 気象パターン、土壌の温度、積算温度などから各種害虫の発生リスクを予測（米insectforecast）



[投射スライドをご覧ください]

【出所】ハレックス越智社長プレゼン資料「気象ビッグデータの活用で生命・財産を守る！」より

【出所】insectforecastの害虫発生予測マップ  
<http://www.insectforecast.com/>

# 事例4：洪水被害の予測

- ◆ 雨量データと河川流量のデータから予測精度の高いパラメータ値を自動的に設定し、洪水予測など河川管理を高度化（土木研究所+富士通研究所）
- ◆ 地形データから堤防決壊時の洪水の拡がりをシミュレーション（日立パワーソリューションズ）

河川の流量の測定値とシミュレーションによる計算値

利根川流域における年超過確率1/200の降雨、かつ堤防決壊により想定される首都圏大規模水害

[投射スライドをご覧ください]

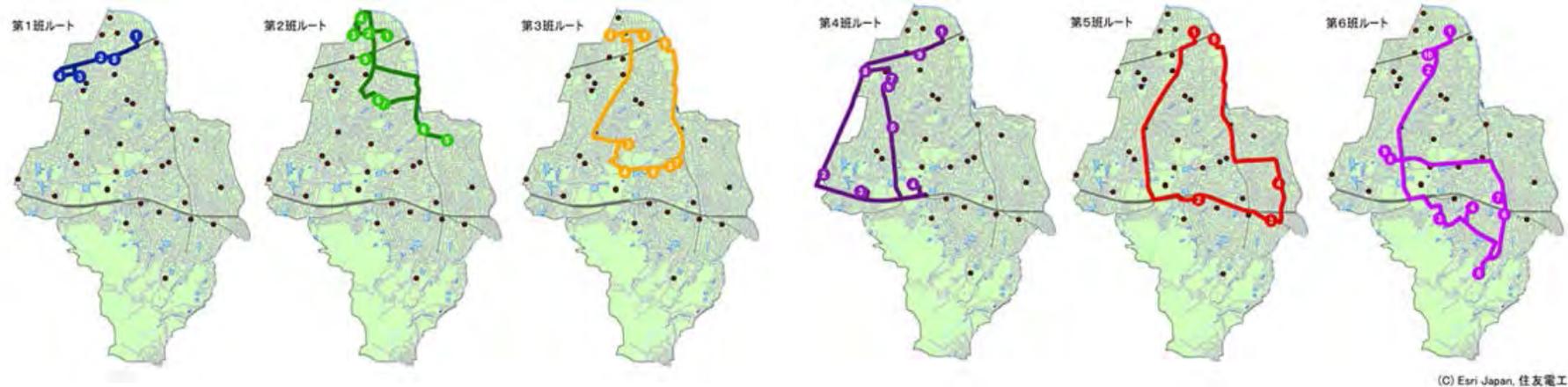


【出所】富士通研究所プレスリリース「減災に向け、洪水予測シミュレーターのパラメータ値を自動的に決定する技術を開発」、土木研・富士通研，2015年3月9日。

【出所】日立パワーソリューションズHP「リアルタイム洪水シミュレータDioVISTA/Flood Simulator」

# 事例5：災害時の復旧作業スケジュールリングの最適化

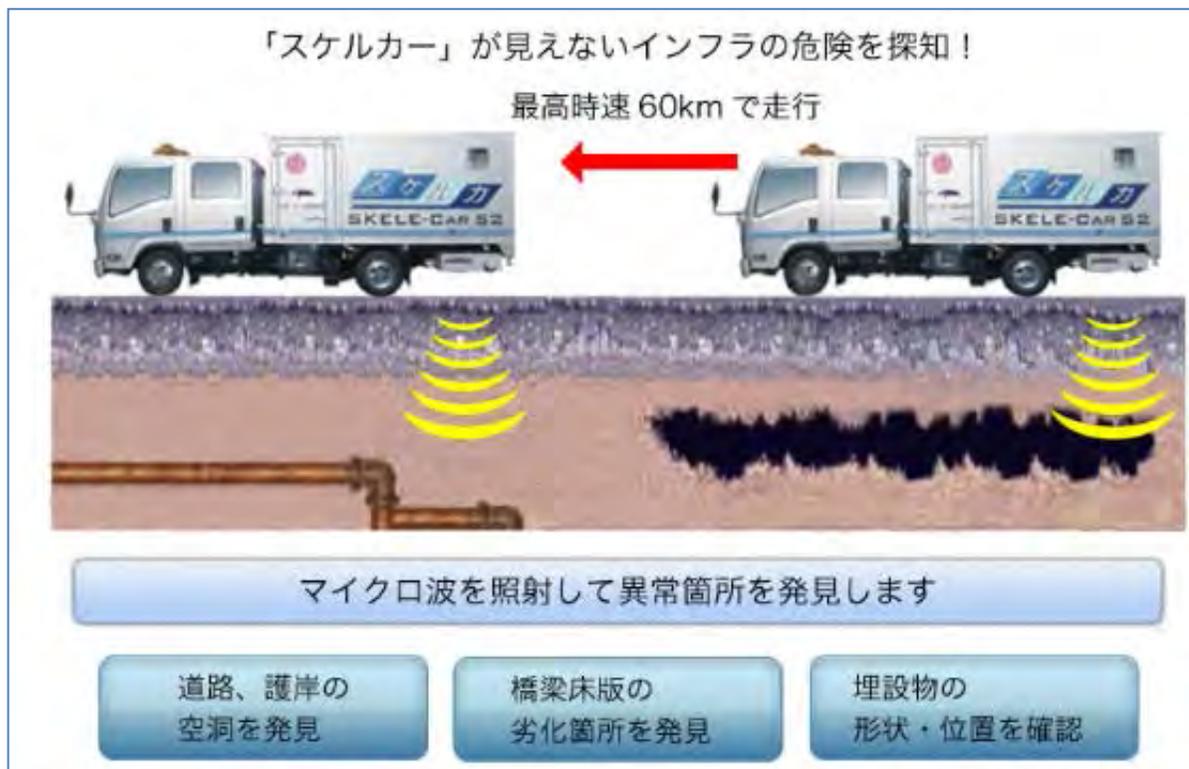
- ◆ 作業スケジュールの膨大な組み合わせの中から、作業の優先順序、合流作業、担当地区優先、労働時間規約など複雑な制約条件を考慮した上で効率良く最適な作業スケジュールを立案可能なアルゴリズムを開発（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所＋富士通研究所）
  - ⇒ 被害拡大や作業進捗などの状況に応じた復旧計画の提示
  - ⇒ 流通・物流における配送スケジュールリング策定・人員配置最適化



復旧作業ルート例(37箇所、6作業班の場合)【出所】FUJITSU JOURNAL,「災害時の復旧作業のスケジュールリングをパソコンでリアルタイムに実現」, 2015年7月21日  
<http://journal.jp.fujitsu.com/2015/07/21/01/>

# 事例6：マイクロ波による道路路面下などの空洞検出

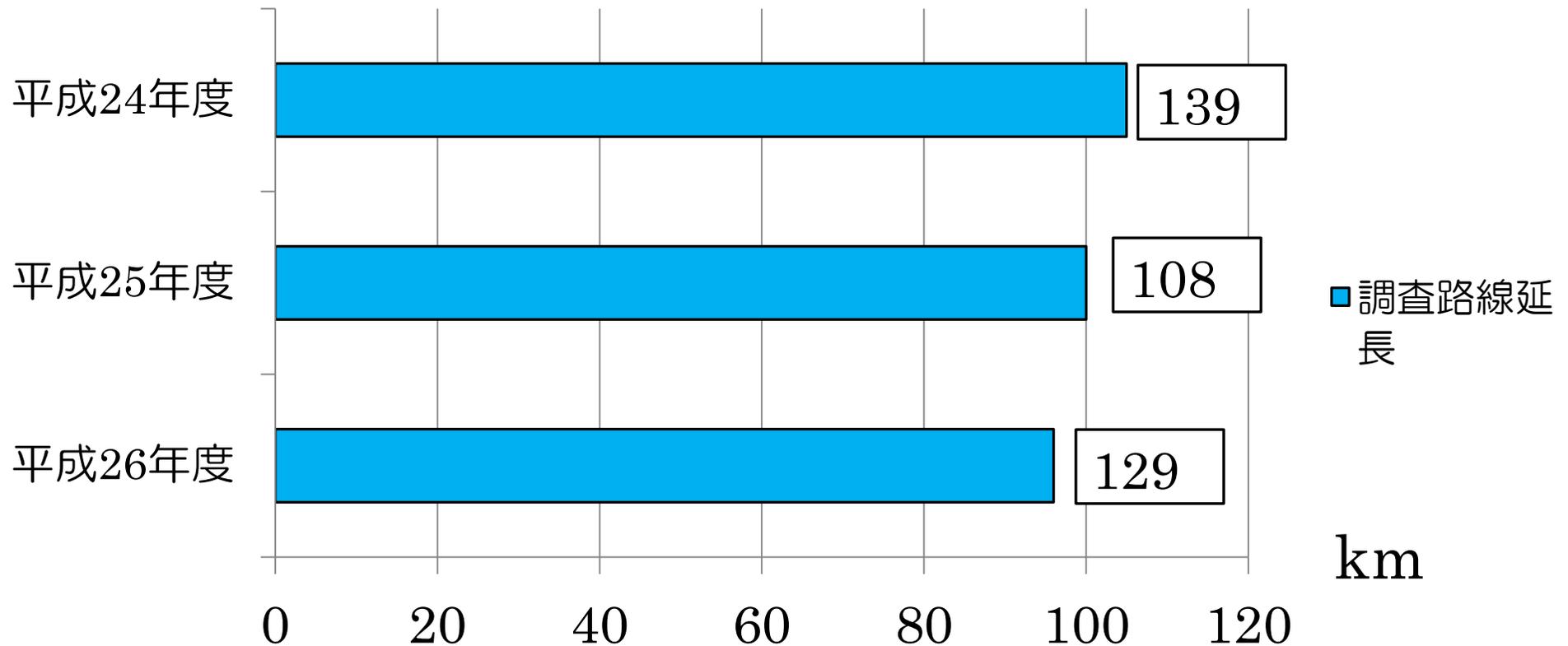
- ◆ マイクロ波照射を利用し、道路・護岸の空洞発見、橋梁床板の劣化箇所発見、埋設物の形状・位置を確認することが可能
- ◆ この技術を車に搭載し、最高時速60kmで走行しながら、路面下の高密度データの取得を実現
- ◆ 3次元データの解析により、地中の空洞、劣化箇所、埋設物などの正確な特定を可能に
- ◆ これによって、調査・報告にかかる期間は、約1/10に、コストは約半分に



← ジオ・サーチのマイクロ波照射による路面等診断技術の概要

【出所】ジオ・サーチ ホームページ  
<http://www.geosearch.co.jp/tech/>

# 福岡市の路面下空洞調査の結果 (平成24年度～26年度)



※ グラフ右の数字は発見空洞数

【データの出所】 福岡市ホームページ

<http://www.city.fukuoka.lg.jp/doro-gesuido/doroiiji/hp/kudochosa.html> 27

# 事例7：データの収集とオープン化

- ◆ セーフキャストは、市民の協力により空間放射線測定オープン・データセットを収集・公開。現在までに世界で3,500万点以上の測定値を収集
- ◆ この他、PM1.0、PM2.5、一酸化炭素、二酸化窒素、オゾン、メタンをモニターするためのセンサー・ネットワークを構築中

[投射スライドをご覧ください]

セーフキャストが公開している放射能データの例

【出所】セーフキャストHP <http://safecast.org/tilemap/>

### 3. 災害対策におけるビッグデータ活用の考え方

# 災害対策におけるビッグデータ活用の現状と今後

## 【現状】

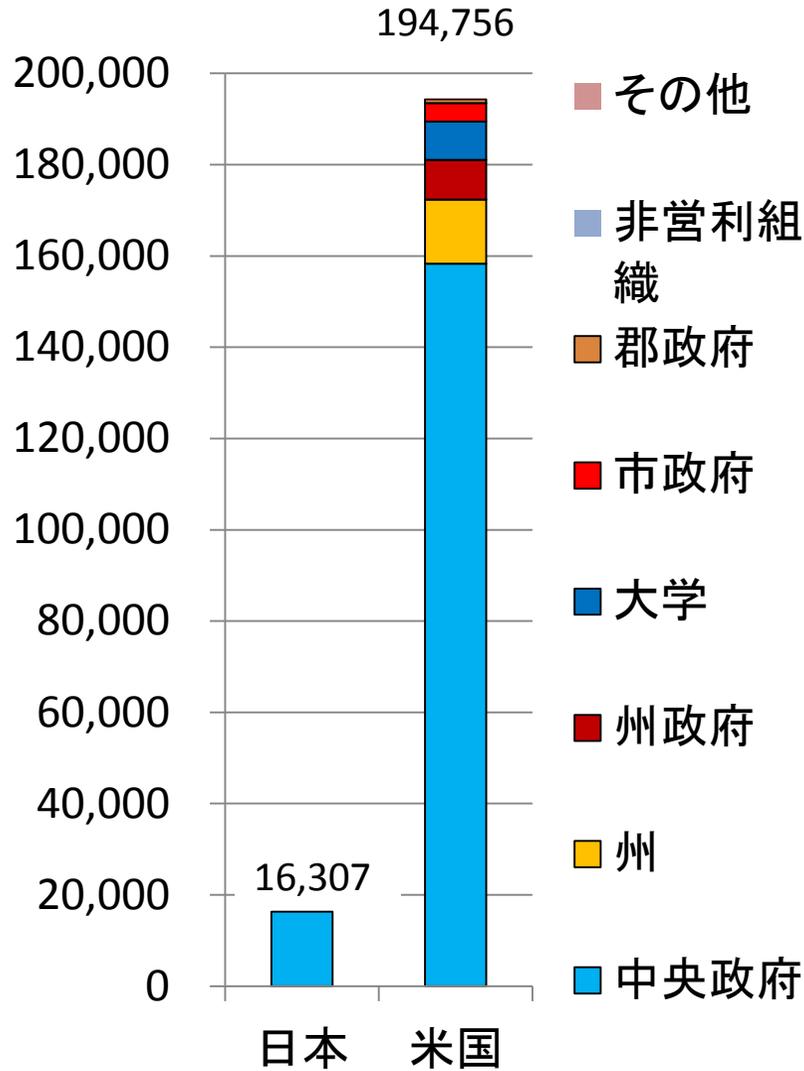
- さまざまな試みが実施されているが、個別的で組織化・体系化されていない状況

## 【今後の方向性】

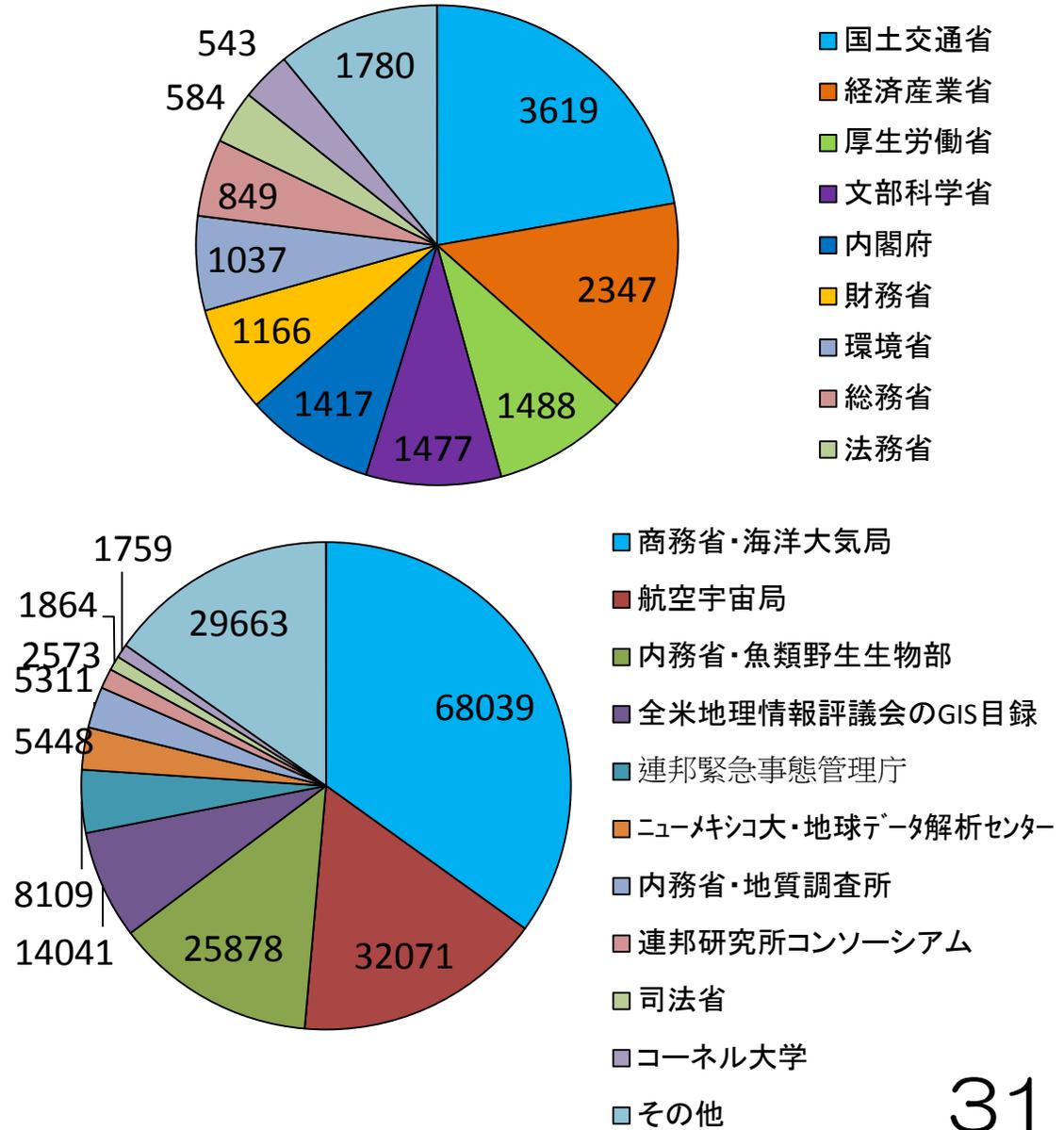
- ビッグデータ時代の価値創造（より優れた災害対策）手法  
⇒ 質の高い集合知の形成と活用
- この実現のため
  - ① データのオープン化・体系化・ワンストップ化
  - ② データを分析・活用する各種アプリの開発・活用・評価
  - ③ これを促進する仕組みづくりが重要
- データや各種アプリを活用した地域ごとの災害対策の充実（ウェブを活用した情報提供と住民のリテラシーを高める試みの充実）によって、集合知形成のベースとなる「知」の提供母体の拡大

# データのオープン化政策（米国 vs 日本）

Data.go.jp(日)とData.gov(米)のデータセット数



データセット提供組織（日本と米国）



※ データは、いずれも2016.3.30時点

# 海洋大気局提供のデータセットの例

Enter location...

54,932 datasets found

**U.S. Hourly Precipitation Data** [687 recent views](#)  
*National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce* — Hourly Precipitation Data (HPD) is digital data set DSI-3240, archived at the National Climatic Data Center (NCDC). The primary source of data for this file is...  
[HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [Esn REST](#) [KMZ](#) 7 more in dataset

**Great Chile Earthquake of May 22, 1960 - Anniversary Edition** [205 recent views](#)  
*National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce* — On May 22, 1960 (19:11 UTC), a Mw 9.5 earthquake occurred in southern Chile (39.5 S, 74.5 W). This was the largest earthquake ever instrumentally recorded. (It was...  
[HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) 1 more in dataset

**Water Column Sonar Data Collection** [186 recent views](#)  
*National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce* — The collection and analysis of water column sonar data is a relatively new avenue of research into the marine environment. Primary uses include assessing biological...  
[raw instrument files \(raw, .wcd\)](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) 3 more in dataset

**NCDC Storm Events Database** [139 recent views](#)  
*National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce* — Storm Data is provided by the National Weather Service (NWS) and contain statistics on personal injuries and damage estimates. Storm Data covers the United States...  
[CSV](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) 3 more in dataset

**U.S. Monthly Climate Normals (1981-2010)** [124 recent views](#)  
*National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce* — The U.S. Monthly Climate Normals for 1981 to 2010 are 30-year averages of meteorological parameters for thousands of U.S. stations located across the 50 states, as...  
[HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [HTML](#) [Esn REST](#) [KMZ](#) 14 more in dataset

Map data CC-BY-SA by [OpenStreetMap](#)  
Tiles by [MapQuest](#)

**Topics** [Clear All](#)

- [A-Z](#) [1-9](#)
- Climate (95)
- Ocean (18)
- Disasters (14)
- World Wide Human Ge... (12)
- AAP (12)
- Show More Topics

**Topic Categories** [Clear All](#)

- [A-Z](#) [1-9](#)
- Arctic (58)
- Ecosystem Vulnerabi... (41)
- Atmospheric, Earth ... (39)
- Arctic Weather and ... (37)

【出所】 米国Data.govホームページ(2016.3.30時点)

[http://catalog.data.gov/dataset?tags=noaa&\\_organization\\_limit=0&\\_tags\\_limit=0&\\_organization\\_n\\_sortCnt=desc](http://catalog.data.gov/dataset?tags=noaa&_organization_limit=0&_tags_limit=0&_organization_n_sortCnt=desc)

# 知のオープン化を推進する仕組みの例

- ◆ GE「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」  
⇒ IoT技術、特にインダストリアルインターネットの産業実装と、デファクトスタンダード化を推進する企業コンソーシアム。稼働管理や製造プロセス管理などIoTによる製造業のビジネスモデル変革を狙いとしている
- ◆ 博報堂コンサルティング「イノベーションクラウド」  
⇒ MBA学生やクリエイターなどで形成された新アイデア創出のための「社会知」ネットワーク。企業内部では生まれにくいビジネス課題解決のアイデアを創造。デザイン思考を推進する一つの組織的取り組み
- ◆ 国土交通省のICT活用によるインフラ保全の推進  
⇒ 34～35ページ参照

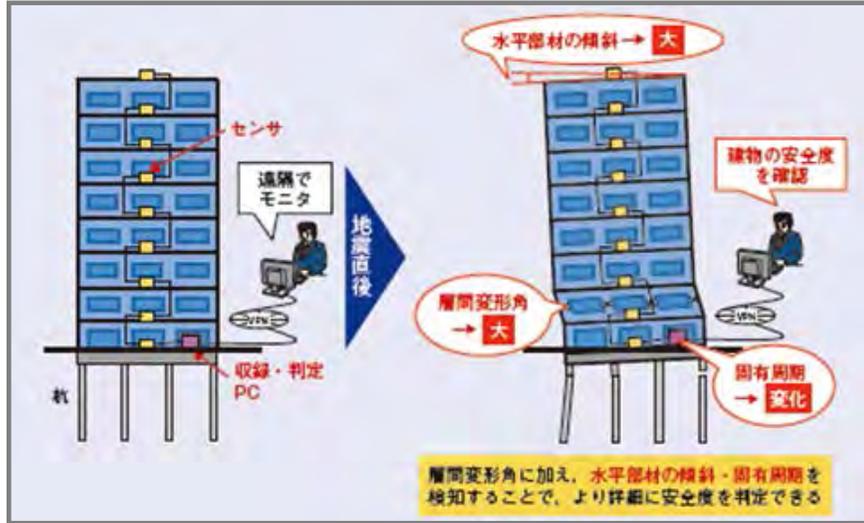
# ICT活用によるインフラ保全を推進する国土交通省

- ◆ モニタリング技術に関する現場ニーズを明確化して公開
- ◆ 省としての方針を行動計画として発表
  - 「ICTを活用した変状計測等の新技術による高度化、効率化に重点的に取り組む」
  - 「現場を活用して実証実験を実施し、～（略）～管理ニーズから見た有効性を明らかにすることにより、技術研究開発等を促進する」
  - （2014年5月：国土交通省インフラ長寿命化計画）
- ◆ 技術を実証し、現場での利用を促進する仕組みの構築
  - 革新的技術実証事業の展開
  - 『NETIS維持管理支援サイト』構築による新技術の公募収集、活用、評価の実施
  - 2016年度からi-Construction（建設現場の調査・測量、設計、施工、検査に関する15の新基準及びICT土工に必要な経費計上のための積算基準導入）

等

# ICT活用による建物・インフラ保全の高度化の例

## 建物安全度評価システム「揺れモニ」の概要



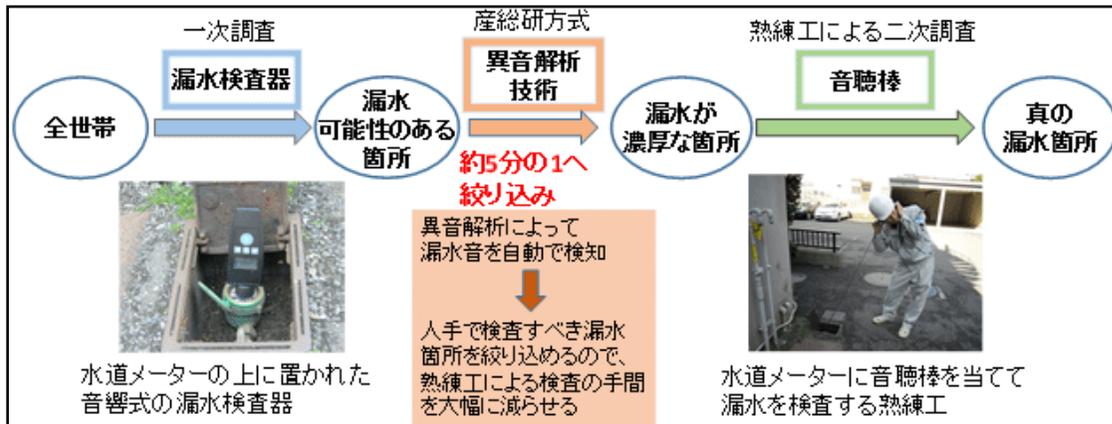
【出所】千葉、吉田他「観測・実験・解析に基づく地震防災技術」, NTT技術ジャーナル Vol.26, No7, pp.30-34, 2014年.

## レーザーによるトンネルの点検



【出所】家入龍太公式サイト「建設ITワールド」2014年2月26日

## 異音解析による漏水の検知



【出所】産総研報道発表「水道管の漏水を学習型異音解析技術で検知」(発表・掲載日2014年6月25日)

高速カメラでインフラの表面振動を撮影し内部の亀裂や空洞、剥離を推定

[投射スライドをご覧ください]

# ICT活用による災害対策高度化の可能性

- ◆ 国レベルで次のような仕組みの構築が、ICT活用による災害対策の高度化方策として考えられる
  - 災害対策におけるビッグデータ等ICT活用の可能性レビュー、現場ニーズのとりまとめ・公表
  - ビッグデータ等ICT活用政策のオーソライズ
  - 災害対策ビッグデータの集積と災害対策関連各種アプリの集積（ポータルサイトの構築）
  - アプリ評価の実施と活用の推進
- ◆ さらに、国のサポートの基で、このような仕組みの活用を自治体が地域や地域住民と一緒に進めていく

# まとめ

- ◆ 膨大なデータを収集し、それを一元的に公開することで災害対策におけるデータ活用が活性化
- ◆ あわせてデータ活用アプリを公開し、さまざまな地域で活用し、評価することが重要
- ◆ これを推進する仕組みづくりが、ICTを活用した災害対策の高度化を促進
- ◆ しかし、これを実行性あるものにするには、
  - ①役所任せではなく、地域のことは地域で解決する自助精神の育成
  - ②それをサポートする仕組みの構築
  - ③地域にカスタマイズしたデータ活用の容易化が必要

The best way to predict the future is to create it. (Peter Drucker)

未来を予測する最良の方法は、未来を創ることだ。