

情報通信審議会AI・脳研究WG（第3回）



Ambient AI: 環境に「知能」を持たせる

2016年2月26日

日本電信電話(株) NTT コミュニケーション科学基礎研究所

機械学習・データ科学センタ

上田 修功



機械学習技術とは：

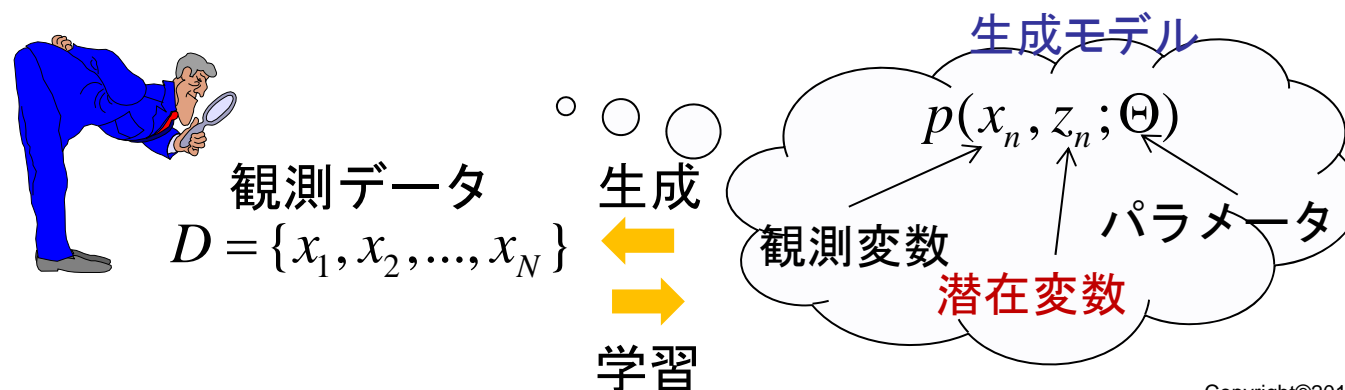
数理統計・最適化理論に基づく汎用データ解析技術

（汎用性：パターン認識、言語処理、ロボット工学、BMI、バイオインフォマティクス、データマイニングなど広範囲の分野で利用されている要素技術）

ビッグデータ時代では、厳密な物理モデルだけでは解析できない対象・問題が主流→「物理モデル」から「目的達成のモデル化」として機械学習が有望視されている

統計機械学習技術とは：

観測データの背後にあるデータ生成過程を確率分布、確率過程を用いて数理モデル化



2007年(平成19年)11月24日 土曜日

30年後に脚光ベイズの定理

迷惑メール対策や人工知能・新薬開発…

迷惑メール判別アルゴリズムやマーケティング理論、気象予測、人工知能、新薬開発…最近、こうした分野で脚光を集めている。ベイズ。18世紀の数学者トーマス・ベイジの「ベイズの定理」が基礎理論。ベイズの定理は約300年前、応用され情報処理の土台を理論として言われてきた。

ベイズの定理は「確率」を計算する。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。ベイズの定理は「事後確率」を計算する。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

「ベイズの定理」は、確率の関係を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

蘇る18世紀の確率論

「例えば、土星の質量が普通」が、ないか検証は、だが、その計算は、それはデータ ベイズ統計は、さまざまな

「ベイズの定理は、確率」を計算する。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

「ベイズの定理」は、確率の関係を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

「ベイズの定理」は、確率の関係を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

b3 Inside

$$P(H_1|D) = \frac{P(H_1) \cdot P(D|H_1)}{P(H_1) \cdot P(D|H_1) + P(H_2) \cdot P(D|H_2)}$$

Hは仮説、P(H)は仮説Hが正しいとみられる確率、Dは結果として生じたデータ、P(H|D)はデータDが得られたときに、仮説Hが正しい確率

ベイズの定理？ ってなに。

カーナビの場合

ベイズネットワーク

推奨結果

- ステーキ店 90
- カレー店 70
- ピストロ 60
- ラーメン店 40

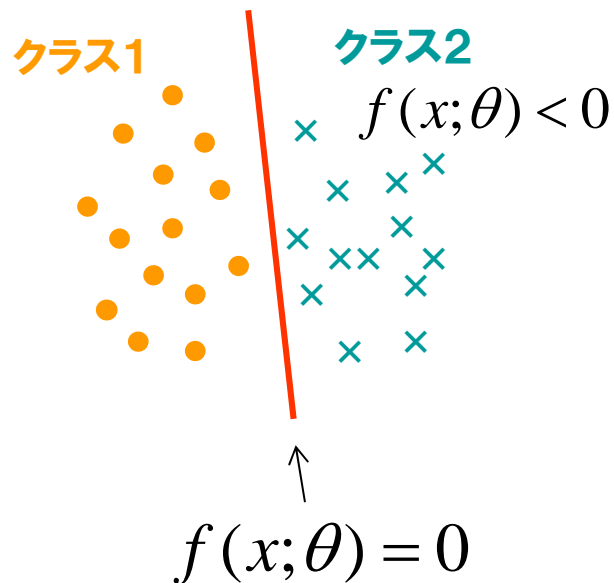
be report

「ベイズの定理」は、確率の関係を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。個別の事象と確率の関係（確率）を「事前確率」として仮定し、そこから「事後確率」を導き出す。

分類問題の場合

識別モデル

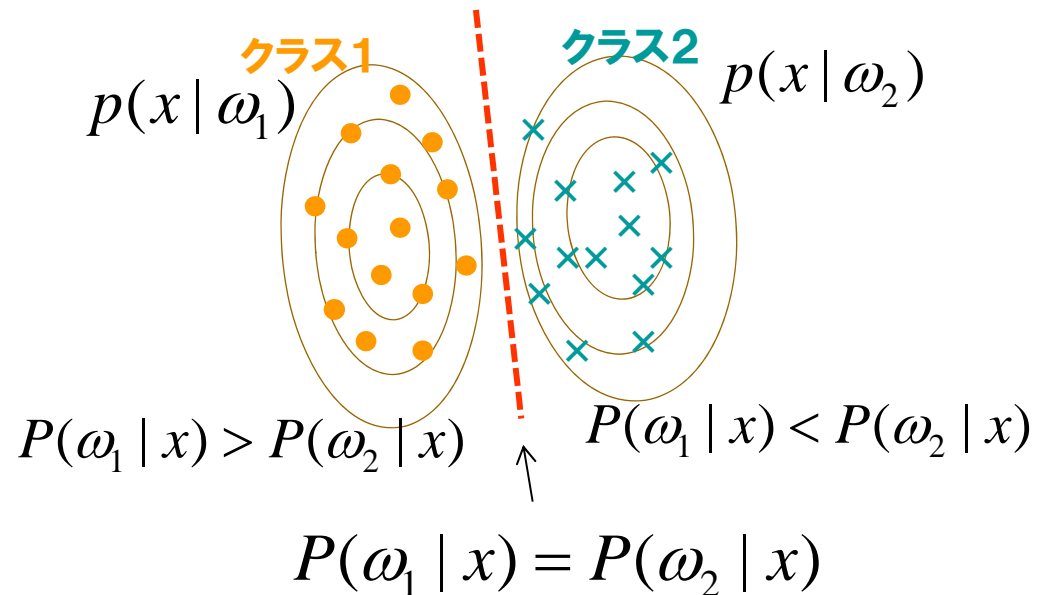
データのクラス境界を直接学習



データの生成過程は考慮せず、
所与のデータで問題を直接解く

生成モデル

クラスごとの生成モデルを確率分布として学習



クラス事後確率により識別
(クラス境界は結果として得られる)

- 1958年：F. Rosenblatt：
パーセプトロン（2層NNによる2クラス分類器）



線形分離不能なケースでは限界
(by M. Minsky: AIの父が第1次ニューロブームを終焉させた)

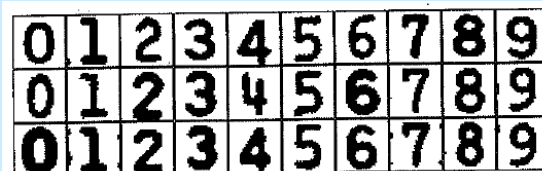
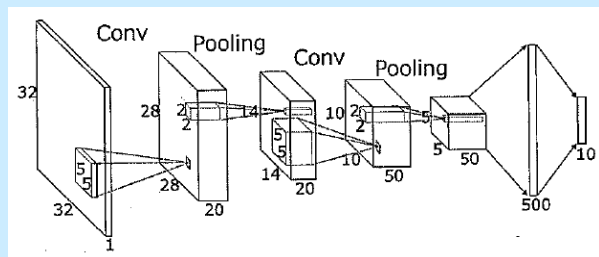
- 1968年：D. Rumelhart, **G. Hinton**, R.J. Williams
Nature 論文：
3層NN + 逆誤差伝搬法（現在の深層学習のルーツ）
引用件数は1万超



第2次ニューロブーム
(ホームランも出るが三振も多く、実用面での限界)

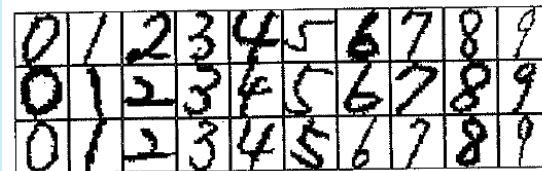
- 2007年：G. Hinton et al.,
“Learning multiple layers of representation,”
Trends in Cognitive Science

やはり、DNNの復興におけるProf. Hintonの功績は偉大



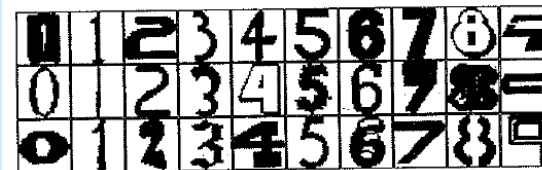
印刷文字

約60万データで学習：
認識率 99.99%



手書き文字

約80万データで学習：
認識率 99.89%



マルチフォント文字

約6000種類のフォント：
認識率 96.4%

出展：内田他：信学技報、2016

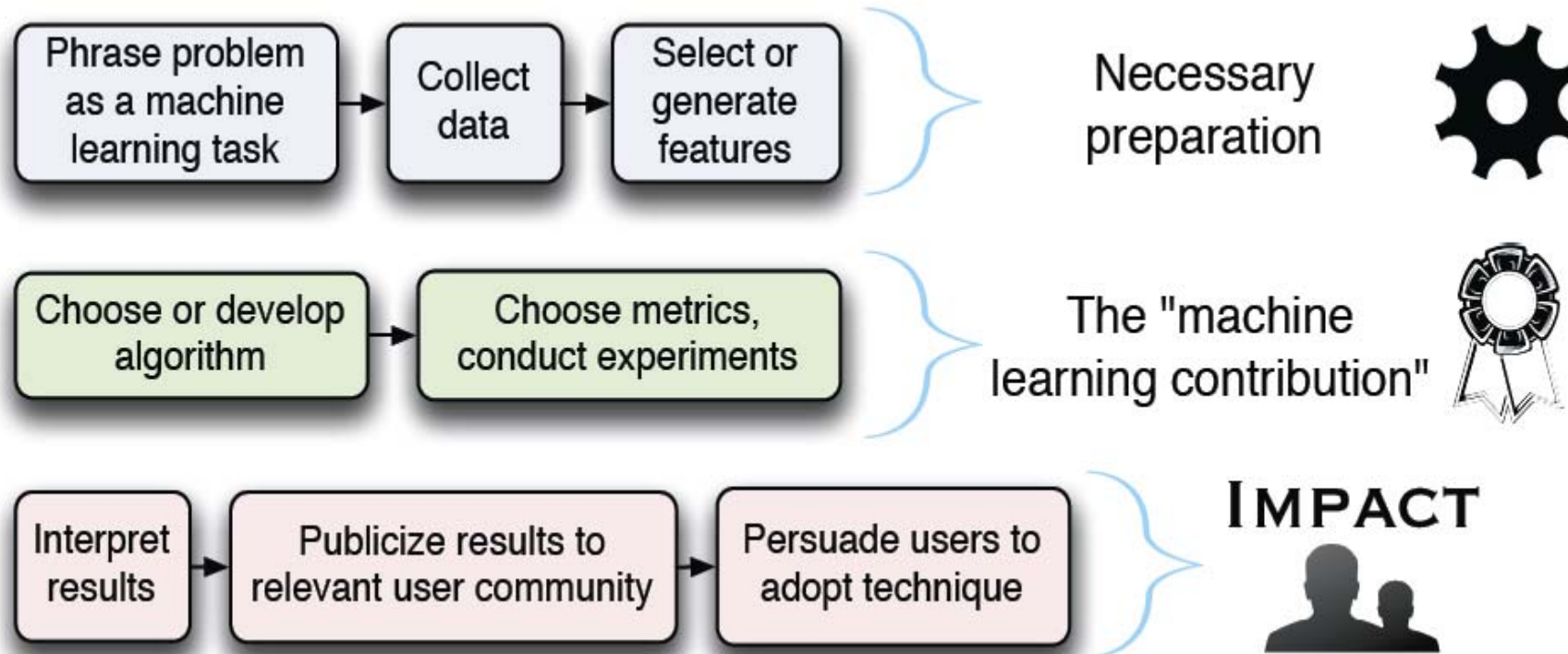
- DNN(CNN)は膨大な学習データで極度の非線形関数を学習している
これって全記憶!?
cf. ハミング距離でk-近傍法では印刷文字だと100%の精度。ただし、一文字当たりの認識速度は約1000倍
- 切り出した画像を用いて学習
(文字や言語は有限なので学習データ収集は容易)

- 観測データと教師信号が正確、かつ、大量に与えられた教師有り学習では現状では最強のツール
- 画像、音声、自然言語処理では、当面、DNNは必須要素技術
- ただし、学習データが容易に準備できない応用（観測データと教師信号の対が不明確なケース）や、結果に対する説明が必要な応用(因果分析)ではDNNの適用は困難

Machine learning that matters (ICML2012)

Kiri L. Wagstaff

Much of current machine learning (ML) research has lost its connection to problems of import to the larger world of science and society. From this perspective, there exist glaring limitations in the data sets we investigate, the metrics we employ for evaluation, and the degree to which results are communicated back to their originating domains. What changes are needed to how we conduct research to increase the impact that ML has? We present six Impact Challenges to explicitly focus the field's energy and attention, and we discuss existing obstacles that must be addressed. We aim to inspire ongoing discussion and focus on ML that matters.



Source: ICML2013, Kiri L. Wagstaff

これまでの評価指標に加えて、例えば何ドル節約したとか、何人助けられることができるとか、何時間節約できたとか、生活の質がこれぐらい向上するとか、そういった指標を持ち出すべきだ。そういった指標に焦点を当てることによって、研究そのものをより改善するようになる。

ICML2013, Kiri L. Wagstaff

MLの分析の結果で法的判断を行うか、法案を通す

MLによる意思決定で100万ドル貯める

MLによる高精度な翻訳により二か国間の衝突を回避させる

MLによる防衛でネット上の不正侵入を50%減少させる

MLによる診断もしくは介入により人命を救う

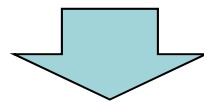
MLによってある国の人間開発指数を10%向上させる



一つの分野の問題ではなく、かつ、ある種の技術に依存しない
という点で、Grand Challenge, Netflix prizeと異なる

・AI議論がアルファ碁（Google）や、ワトソン（IBM）は **AIの一つの realization に過ぎない**。これらは最先端研究というよりはむしろプロデュースの上手さ（出口戦略？）に尽きる。

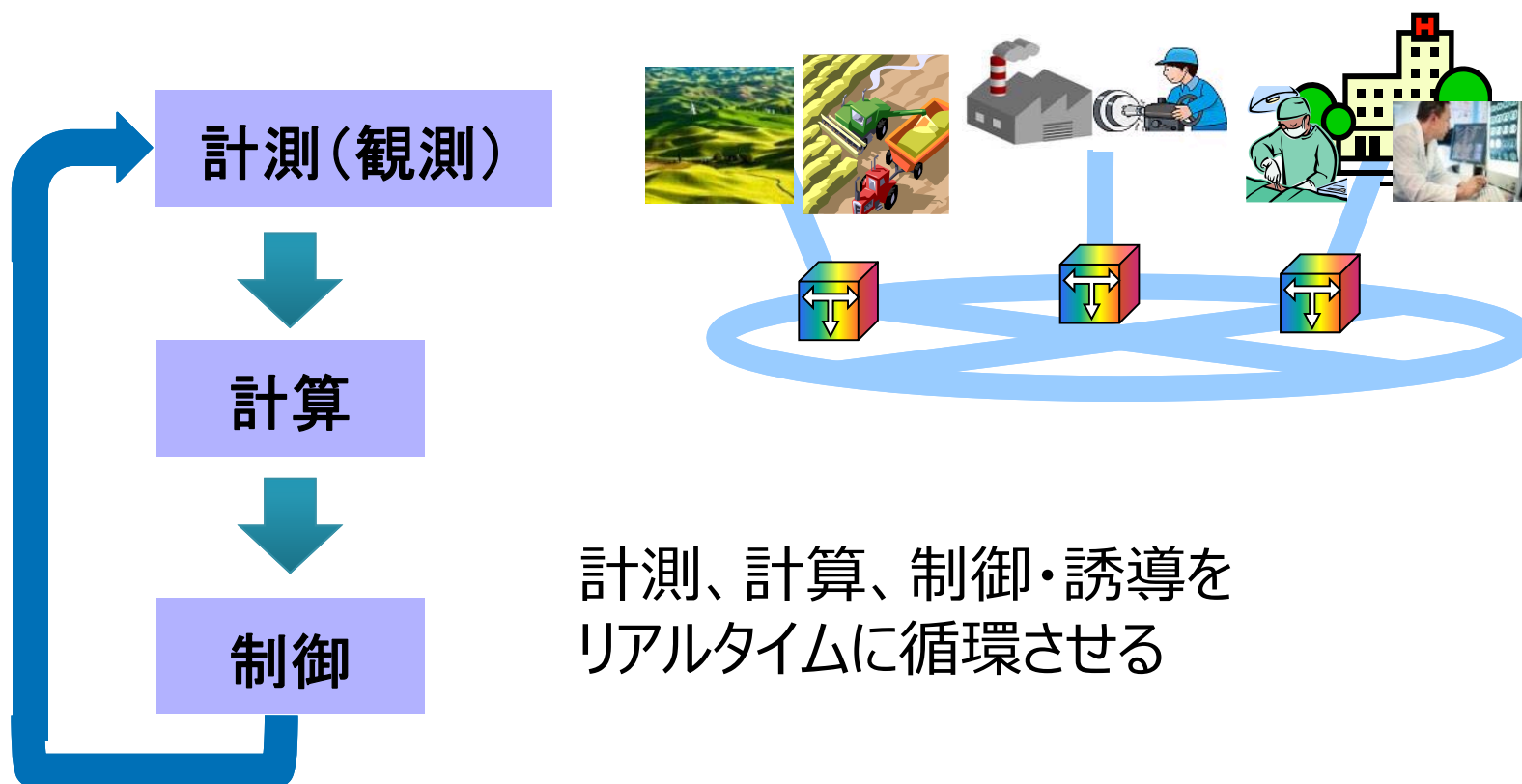
・こうしたrealizationでの勝敗を一喜一憂するのではなく、都市化や少子高齢化によりストレス社会が加速している我が国において、**国民の生活の質（QoL）の向上のためのインフラ構築のためのAI研究**を目指すべき。AI・脳研究はそのための礎となるべき。



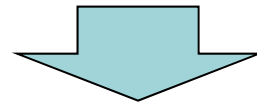
環境知能（Ambient AI）はその一アプローチ

- 起源：ユビキタスコンピューティング (Weiser, 1991):
コンピュータシステム = ユーザ(人間) + 環境
- エージェント：人間の知的活動を支援
(**IA: Intelligence Amplifier**)
- マルチエージェント：集合知(協調により $1 + 1 > 2$)
cf. アンサンブル学習
- Trillion Sensors Universe時代の到来
(**AI: Ambient Intelligence**)

多種多様なセンサ情報がNWに接続され
人間社会で活用されるICT社会



自然科学（地球温暖化、動植物の植生・生態の
変化）疫学（鳥インフルエンザ）
経済（欧州統合などの経済活動の国際化）
…



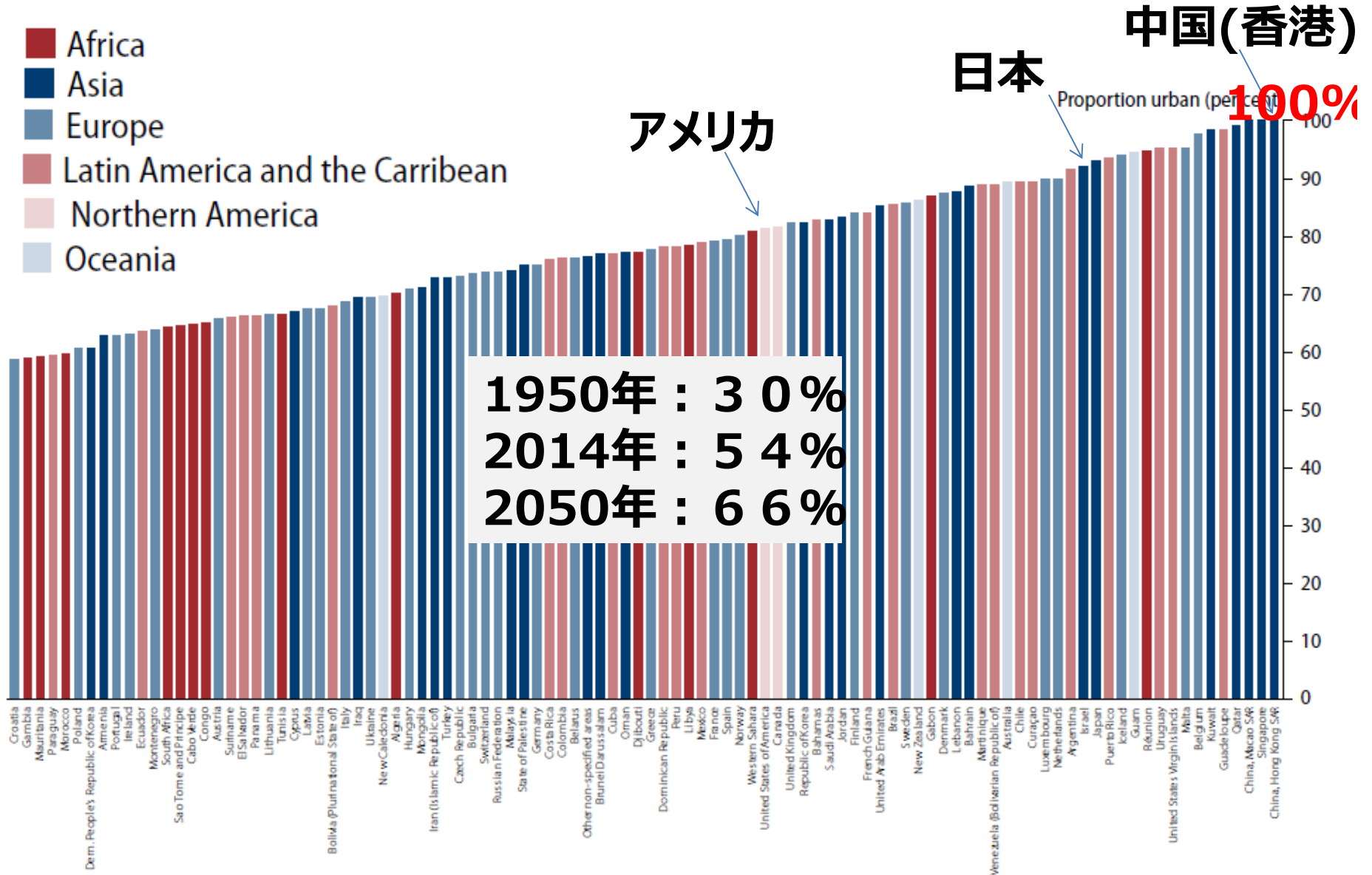
“近年新たな発展を遂げている統計科学の諸分野の中
中でも、最も注目を浴びているテーマが**時空間統計
解析**であり、今後解決すべき問題が山積している”

出典: 21世紀の統計科学: 第II巻、日本統計学会HP版
第III部 時空間統計解析の理論と応用、矢島美寛、2011

World Urbanization 都市化

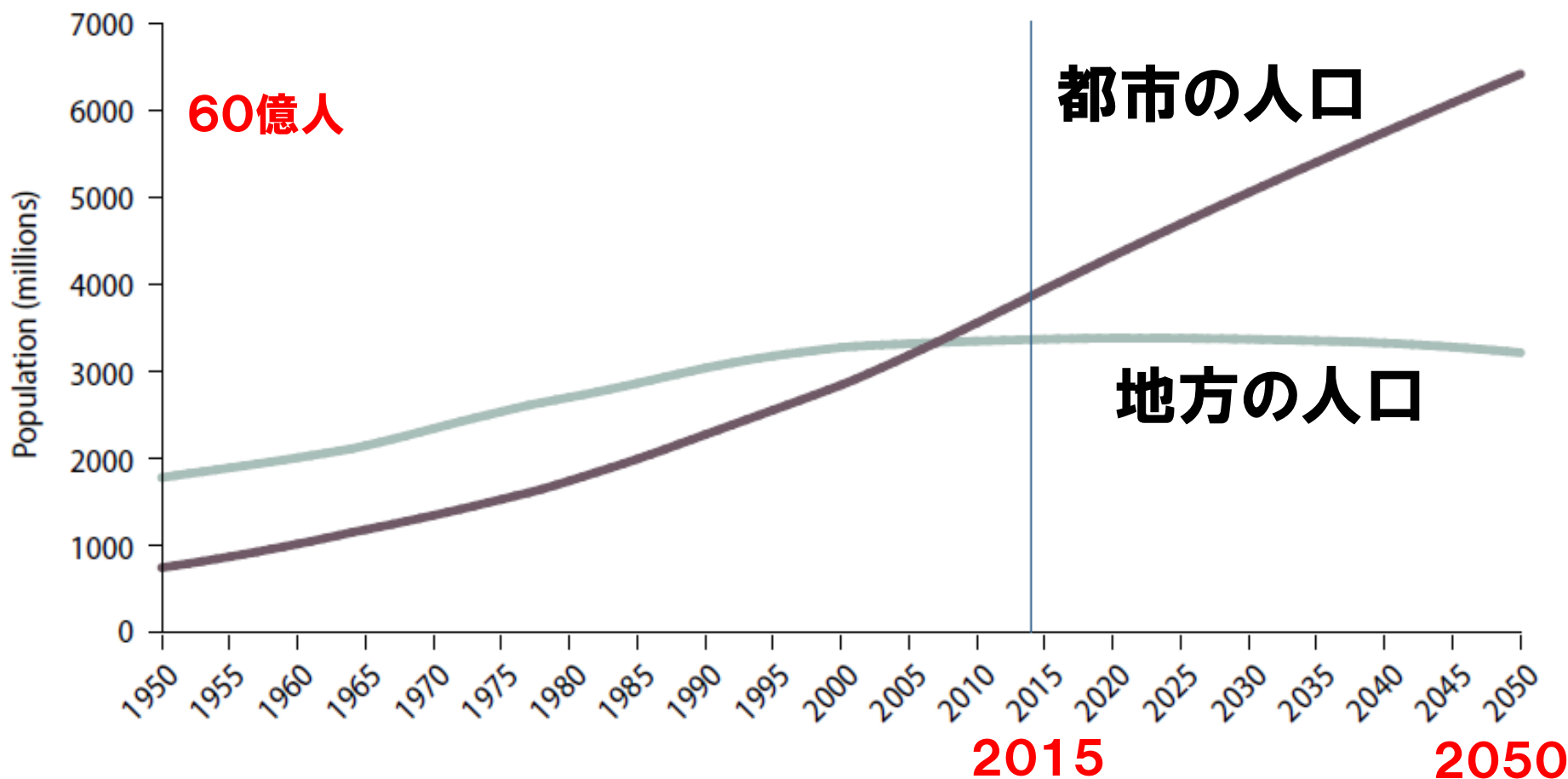


都市化比率

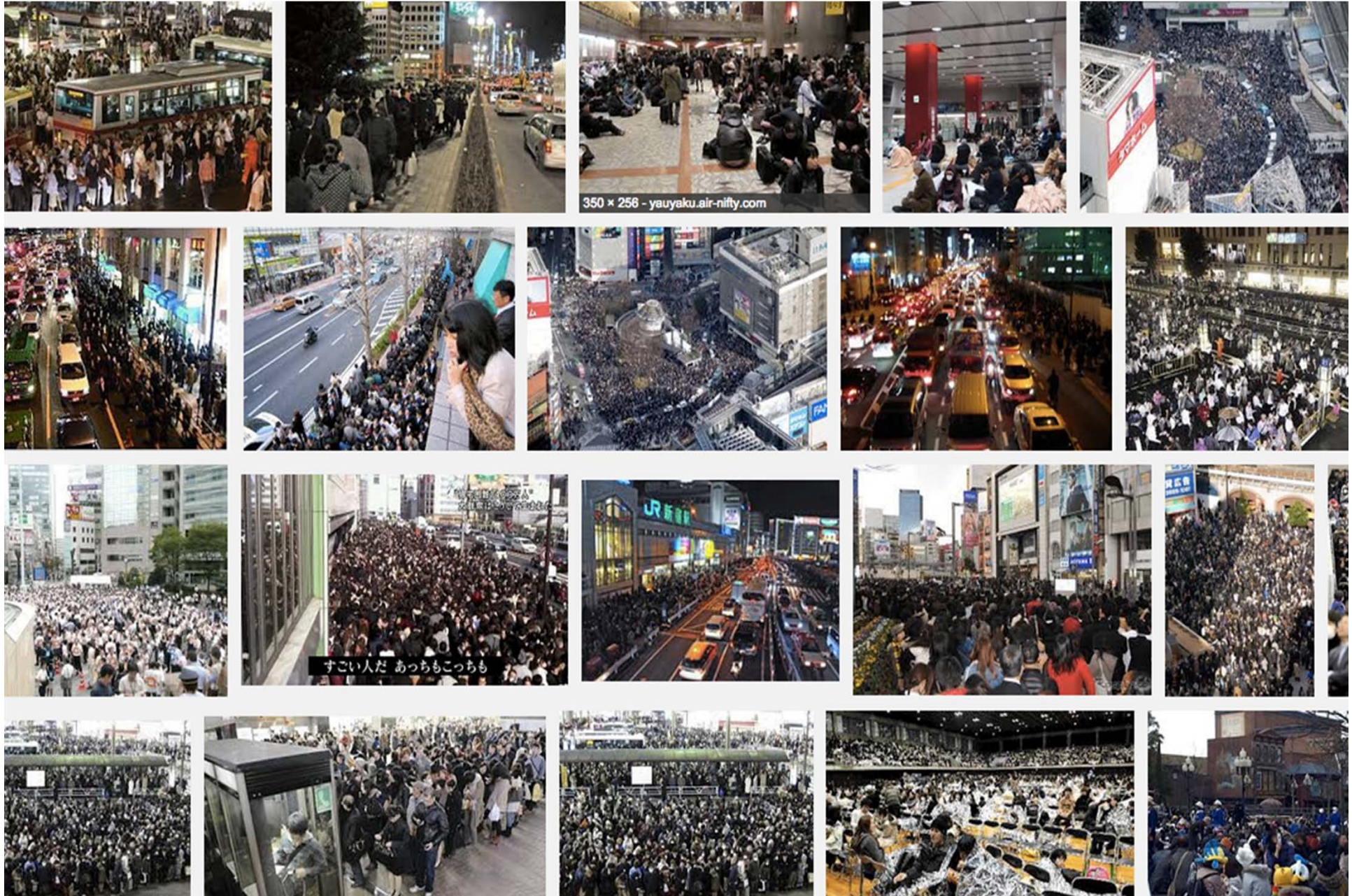


United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014).
World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).

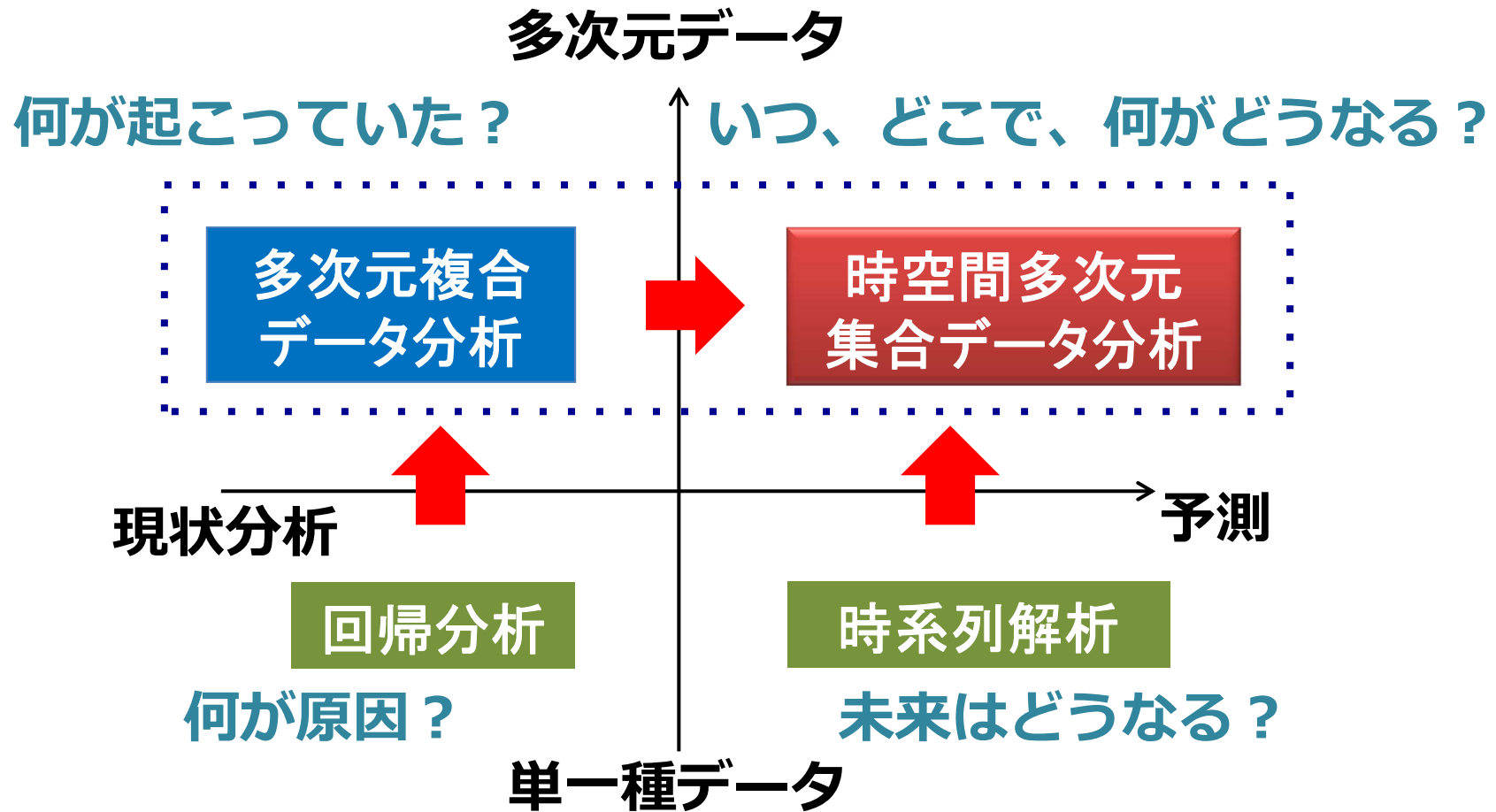
全世界で都市化は加速の一途をたどる！？



帰宅難民続出 (March 2011)



IoT/ビッグデータ時代での重要分析技術

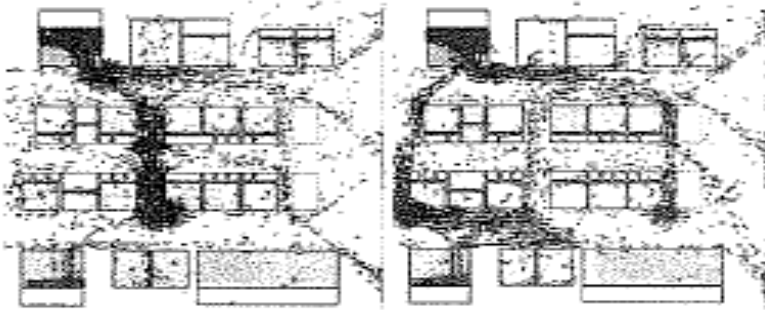


日経産業
2015. 10.28

解剖 先端拠点

都心の人の混雑やネット上を飛び交う情報など、複雑化する人や情報の流れをビッグデータ分析でスムーズにできないか。そんな課題に挑むのがNTTコミュニケーション科学基礎研究所の機械学習・データ科学センタだ。人の流れから混雑を予測して交通整理、飲食店の口コミサイトから地域の特色を発見など、ユニークな技術を広げようとしている。画面上に、イベント会場の見取り図と5000人の来場者の動きを線で表したシミュレーション(模擬計算)映像が表示された。しほのへやを二狭い通路での

NTT機械学習・データ科学センタ



ビッグデータで混雑予測

どこに混雑が起るか。混雑がウェーブを使うと、人の流れ 模の混雑が起るか。こま いわれる。13時 始まってから交通整理をし、予測して事前に人を誘導 した精密な予測は「時空間 したセンタは、 ても、混雑は解消しない。」「混雑は起らなかった。統計解析」と呼ばれ、セン ープ内の様々な センタで開発したソフト。何分後などの場所での混 夕の得意分野の1つだ。上 ばる研究者ら

《拠点の概要》

▽名称	NTTコミュニケーション科学基礎研究所 機械学習・データ科学センタ
▽場所	東京都精華町など
▽研究者数	約40人
▽主な内容	機械学習を使ったビッグデータ分析など

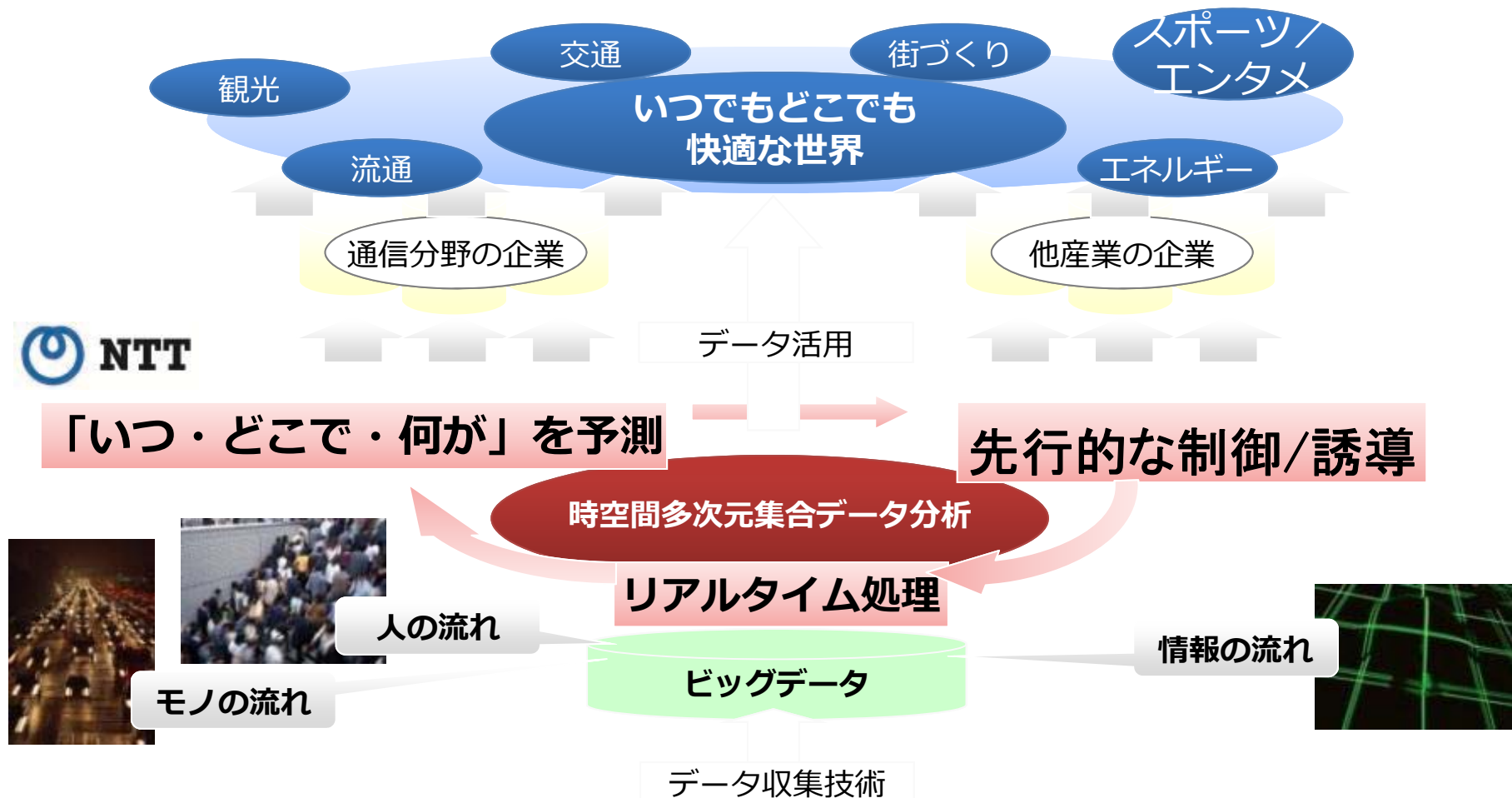
イベント会場の人の流れをシミュレーションした。何もしないと中央通路で混雑が起 等の。適切に誘導すると混雑が防げた

田塚功センタ代 ある技術が多数 表は「2020年。 年の東京五輪で 藤原靖宏特助 実証実験にこき 発を主導した。 「じつは」と意 「Green 気込む。 は速度を重視し、 ビッグデータ ルだ。独自のテ の分析は、デー で約1億人のツ タの関連性を操 用者がどんな ず機械学習や大 かれるかを3 量のデータを扱 た。発言内容は データベース の人との関係 など、様々な分 るかというネッ 野の複合領域と 進だけを目指す。 記録や車の交通 にも応用できら う。

NTTの目指す Ambient AI



ビッグデータ分析で人・モノ・情報の流れを**近未来予測**しつつも**どこでも快適な世界**を目指す取り組み



パターン認識においてもDNNは全能の神ではない！

- ・深層学習でも適用困難な、学習データが不完全な教師有り学習の研究が重要

個体レベルの知能だけではなく、集合知、環境知能という視点も重要

- ・ミクロな構成要素が多数集まったマクロレベルで創発される「人工知能」研究を目指すべき

ICTのパワーをenhanceし、日本を豊かにするAI研究であるべき

- ・社会課題解決（ex. ストレス社会でのQoL向上）を目指した構成論的な研究アプローチが必要で、かつ、出口戦略も重要
（ボトムアップの解析・分析的な研究だけでは不十分）