

# グローバルシステムの持続可能性評価基盤に関する研究

佐藤彰洋

sato.akihiro.5m@kyoto-u.ac.jp

京都大学 & 科学技術振興機構さきがけ

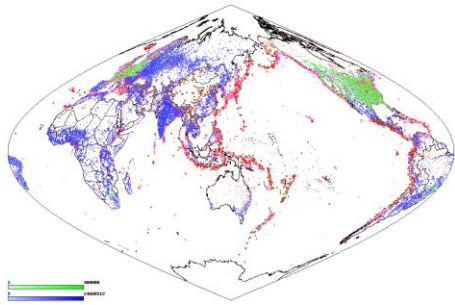


京都大学  
KYOTO UNIVERSITY



# 研究目的

持続可能な観光をサポートできるビジネス  
インテリジェンスプラットフォームを構築



➔ 経済社会分野におけるデータ  
収集



➔ グローバルシステムの評価基  
盤の普及

# What our challenges are

- **需給バランスの不一致の解消**
- 知らないことは分からないしできない

- **情報の不足** は超過供給および機会損失を作り出す
- **ナウキャスト** は**フォーキャスト** を実現する
- **ビッグデータ** は利用可能であるがまだ十分に利用できていない

これまでのイベント

# キックオフワークショップ

2016年3月17日

キックオフワークショップ@京都大学

STAT DASHグランプリ2016 (総務省統計局・統計研修所及び独立行政法人統計センター主催)にてデータ利活用啓発部門にて「統計API機能を活用した旅行・宿泊支援アプリケーション」が敢闘賞を受賞 (2016年4月4日)



UNWTO, ULD

Germany

Bank of Japan

20 participants from 12 organizations

[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01toukei09\\_01000014.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01toukei09_01000014.html)

# 世界メッシュコード研究会

- 日時: 2016年12月17日 10:00-12:00
- 場所: 京都大学吉田キャンパス本部構内デザインファブリケーション拠点

10:00-10:20 挨拶・自己紹介

10:20-10:45 メッシュ統計に関する理解 (吉川由剛氏)

10:45-11:10 土地利用について (佐藤彰洋氏)

11:10-11:35 グローバル・システムの持続可能性評価基盤を活用した京都市の課題解決と政策決定の可能性 (井上卓也氏)

11:35-12:00 京都から見た我が国交通体系の将来像と世界メッシュコードの重要性 (内山仁氏・佐藤彰洋氏)

12:00 閉会の挨拶

# 世界メッシュコード研究会

- 日時: 2017年2月25日 13:00-16:00
- 場所: 東京リクルート本社
- 内容:
  - ①研究会の説明
  - ②事例1: 内山仁氏
  - ③事例2: 井上卓也氏
  - ④システムを用いた事例研究



# Marketing and Sustainability Forum of Hostelling International (HI)



## Marketing & Sustainability Forum

**VENUE:** Berlin Ostkreuz YH, Germany  
**MEETING DATES:** 3 working days – 6-8 March 2017

### Agenda

DAY 1 – Monday 6 March		
12.00 -13.00	Arrivals Lunch buffet in the meeting room	<u>Rheinland-Pfalz</u> room
13.00 – 13.30	<b>Welcome address</b> Stephen Lane & <u>Brianda Lopez</u> (HI) <b>Marketing Content Calendar and the UN Year of Sustainable Tourism for Development - Overview and Promotion</b> <u>Emilia Prodea</u> & <u>Cecile Yerle</u> (HI)	<u>Rheinland-Pfalz</u> room
13.30 - 14.00	<b>HI-USA Mission messaging approach</b> Laurie Wooden	<u>Rheinland-Pfalz</u> room
14.00 - 15.00	<b>Big Data – Impact of tourism and sustainability</b> Guest speaker: Aki-Hiro Sato, Doctor of Information Sciences - Kyoto University	<u>Rheinland-Pfalz</u> room
15.00 – 15.30	Coffee break	
	Marketing meeting	Sustainability meeting



# Hostelling International



Dr. Brianda Lopez  
Head of Programmes, Standards and Sustainability (PSS)

# EU-Japan Workshop on Big Data for Sustainability and Tourism

*Challenges in Data Science*

## Workshop Organization

Dr. Meiko Jensen, Kiel University of Applied Sciences, Germany

Dr. Aki-Hiro Sato, Kyoto University, Japan

## Scientific Committee

Dr. Claudio A. Ardagna, University of Milan, Italy

Dr. Till Becker, Bremen University, Germany

Dr. Anna Carbone, Polytechnic University of Turin, Italy

Dr. Regine Gernert, German National Aeronautics and Space Research Centre (DLR), Germany

Dr. Nils Gruschka, Kiel University of Applied Sciences, Germany

Dr. Meiko Jensen, Kiel University of Applied Sciences, Germany

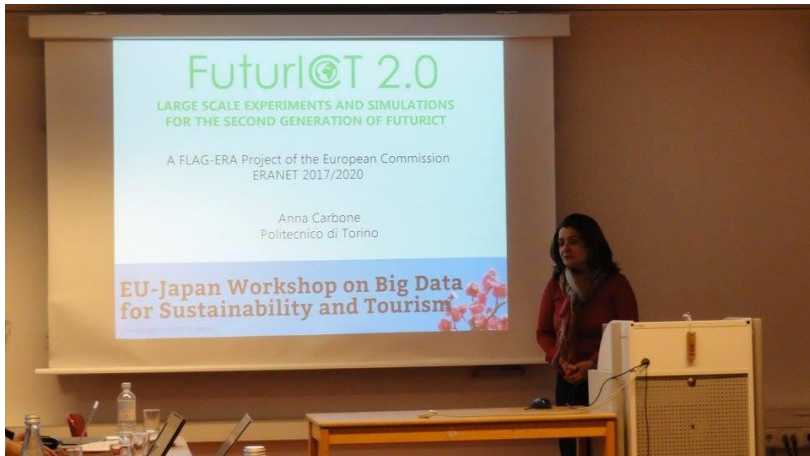
Dr. Bo Nørregaard Jørgensen, Southern Denmark University, Denmark

Dr. Aki-Hiro Sato, Kyoto University, Japan

**March 8<sup>th</sup>, 2017 at Hamburg University Campus**



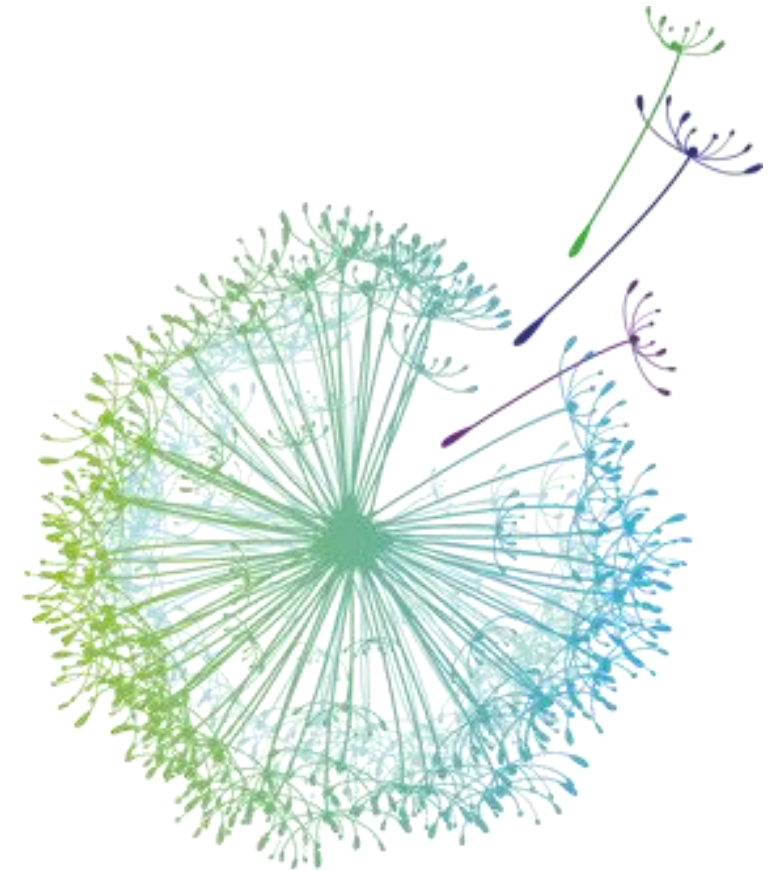
# EU-Japan Workshop on Big Data for Sustainability and Tourism in Hamburg University



# 2017 International Year for Sustainable Tourism for Development

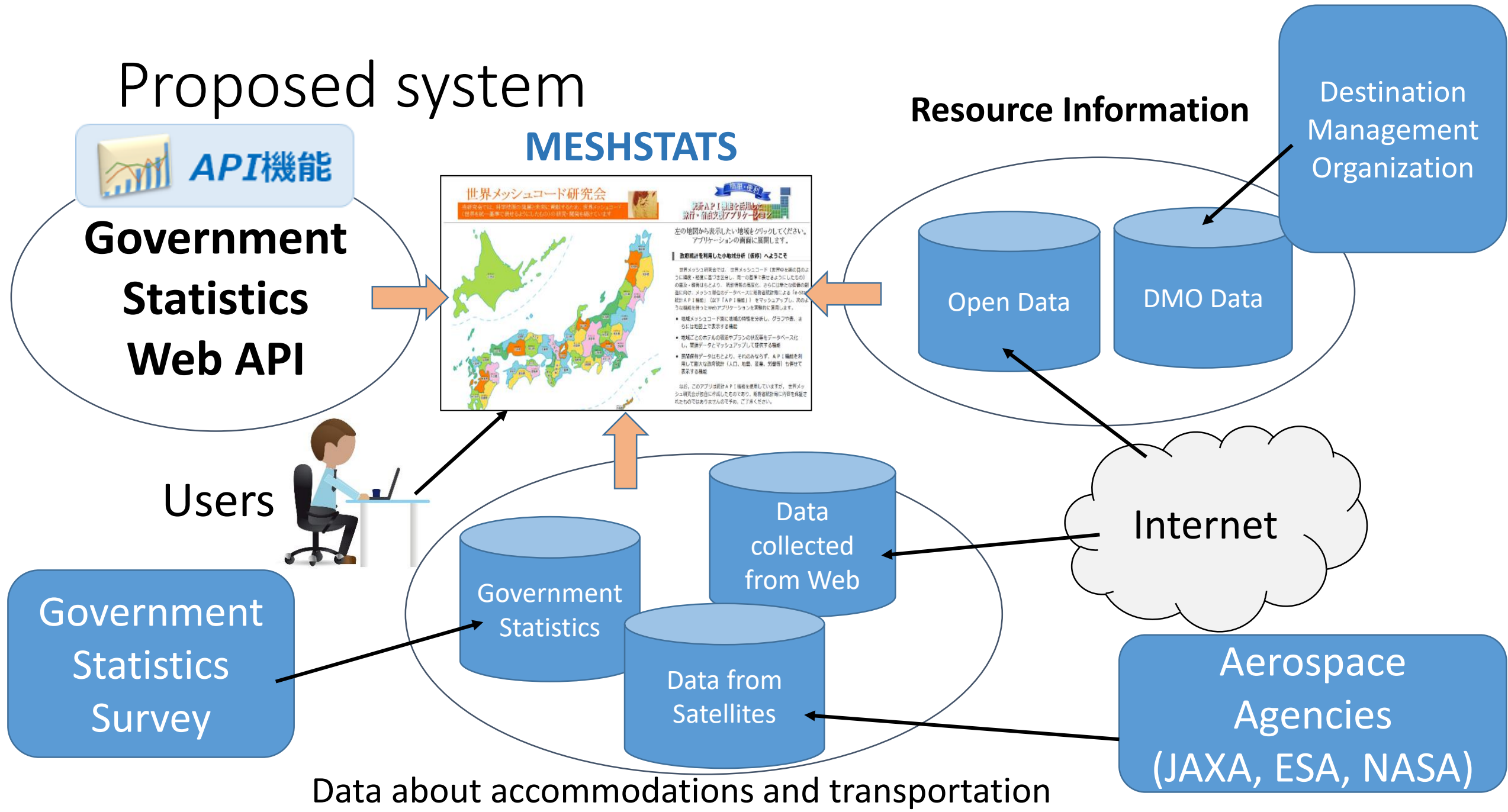
- (1) Inclusive and sustainable economic growth
- (2) Social inclusiveness, employment and poverty reduction
- (3) Resource efficiency, environmental protection and climate change
- (4) Cultural values, diversity and heritage
- (5) Mutual understanding, peace and security.

<http://www.tourism4development2017.org/>



**2017**  
**INTERNATIONAL YEAR**  
**OF SUSTAINABLE TOURISM**  
**FOR DEVELOPMENT**

# Proposed system



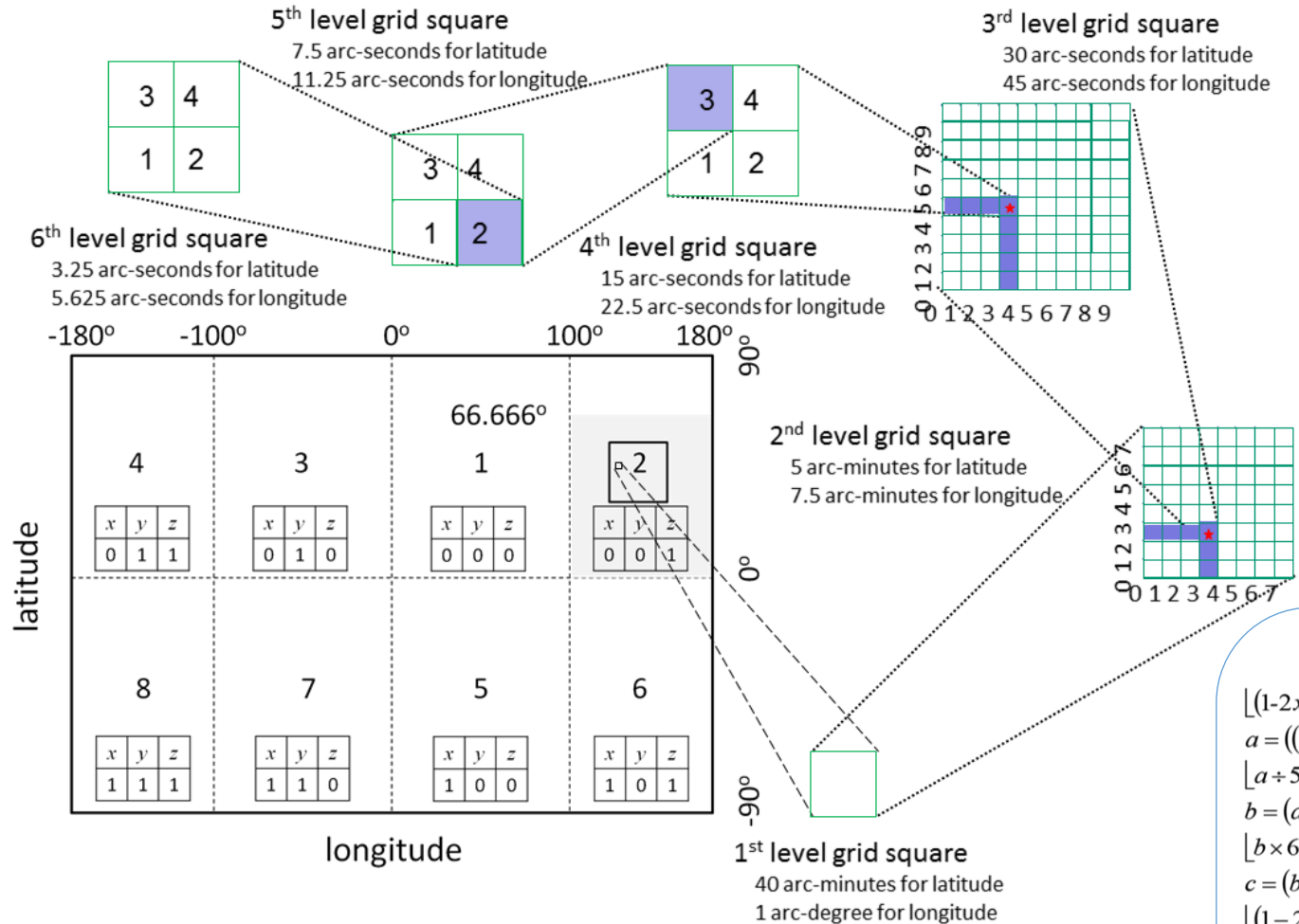
# データソースの候補

衛星データ

インターネット

政府統計

# World Grid Square Codes



- Government administrative areas are normally used as tabulation unit, however, they vary in time.
- Grid square statistics is a geographical statistics defined by latitude and longitude.
- The grid squares code is a key definition to generate grid square statistics data.

## Definition of 3<sup>rd</sup> level grid square code

$$\lfloor (1-2x)\text{latitude} \times 60 \div 40 \rfloor = p \quad (p \text{ is two digits})$$

$$a = ((1-2x)\text{latitude} \times 60 \div 40 - p) \times 40$$

$$\lfloor a \div 5 \rfloor = q \quad (q \text{ is one digit})$$

$$b = (a \div 5 - q) \times 5$$

$$\lfloor b \times 60 \div 30 \rfloor = r \quad (r \text{ is one digit})$$

$$c = (b \times 60 \div 30 - r) \times 30$$

$$\lfloor (1-2y)\text{longitude} - 100z \rfloor = u \quad (u \text{ is two digits})$$

$$f = (1-2y)\text{longitude} - 100z - u$$

$$\lfloor f \times 60 \div 7.5 \rfloor = v \quad (v \text{ is one digit})$$

$$g = (f \times 60 \div 7.5 - v) \times 7.5$$

$$\lfloor g \times 60 \div 45 \rfloor = w \quad (w \text{ is one digit})$$

$$h = (g \times 60 \div 45 - w) \times 45$$

$$o = 2^2 x + 2y + z + 1$$

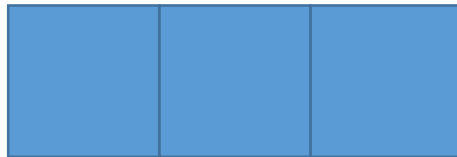
$$\text{grid square code} = \begin{cases} o00p0uqvrw & (p < 10, u < 10) \\ o0p0uqvrw & (10 \leq p < 100, u < 100) \\ op0uqvrw & (p \geq 100, u < 10) \\ o00puqvrw & (p < 10, u \geq 10) \\ o0puqvrw & (10 \leq p < 100, u \geq 10) \\ opuqvrw & (p \geq 100, u \geq 10) \end{cases}$$

e.g.  
2052354632: Kyoto University

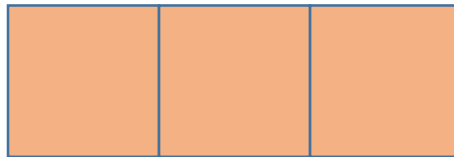
# メッシュ統計の利点

- 異なるデータソースから作成できる
- 日本国内で作成される政府統計、日本工業規格 (JIS X0410) で標準化がなされている
- 異なるデータソースから作成したメッシュ統計を結合・比較・統合することができる

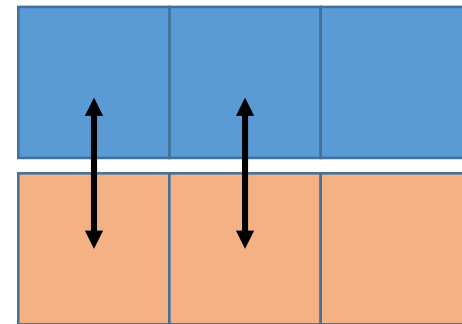
Grid statistics data A



Grid statistics data B



compare





# GADMからの世界メッシュデータの構築

- 地球の表面積 : 510,065,600 km<sup>2</sup>
- 地球の陸地総面積 : 147,244,000 km<sup>2</sup>

SGI UV 2000 (CPU 2560Cores, Memory 64TB)

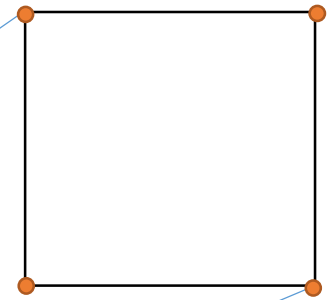
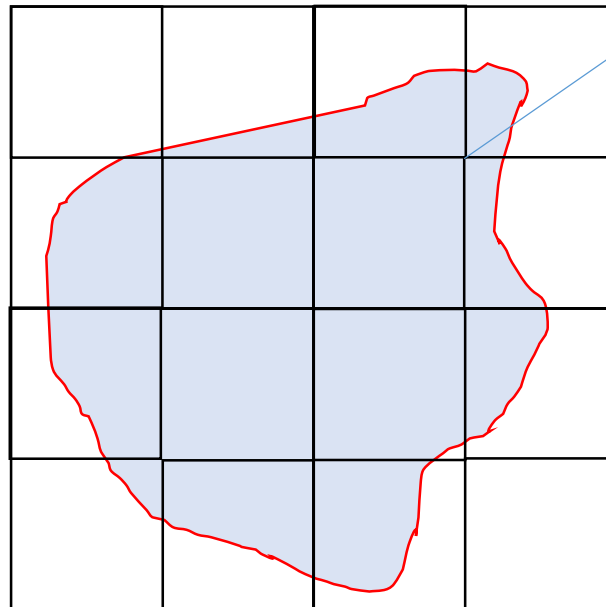
CPU: Intel Xeon E5-4650v2 5120 コア

主記憶: 128TB

ストレージ: Lustre サーバ 816TB

(アクセラレータ Intel Xeon Phi 5110P)

理論性能値: 98.3TFLOPS

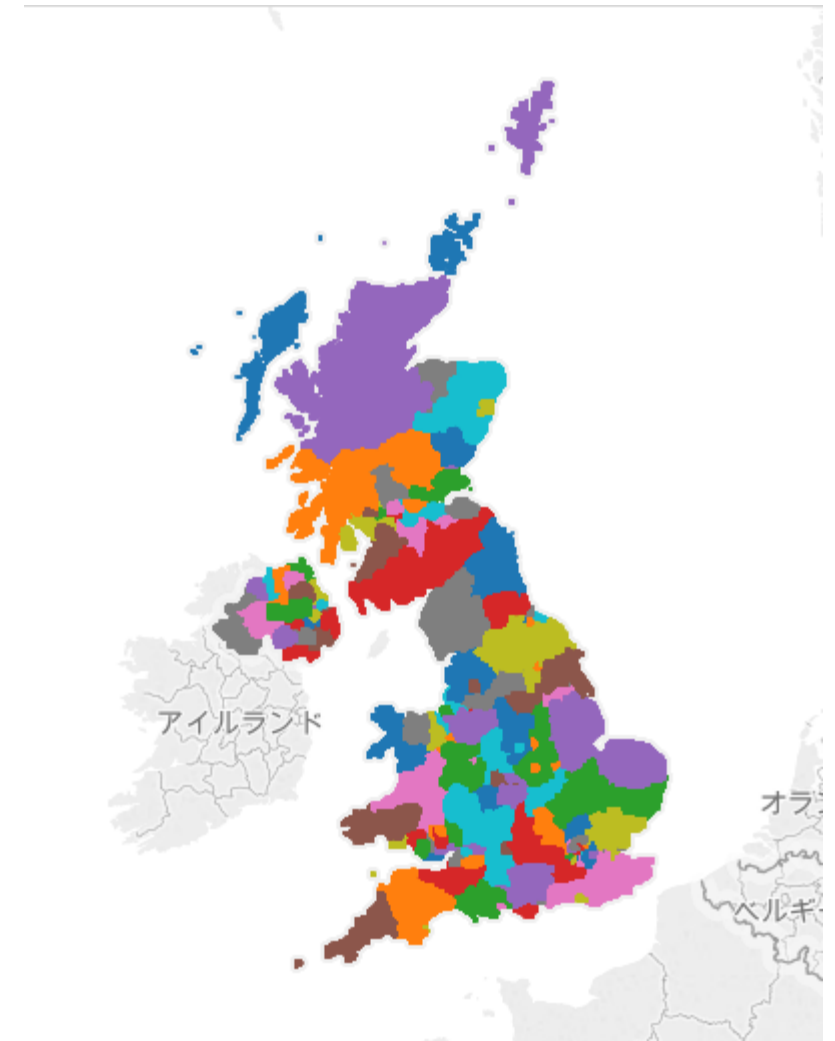


京を中核とするHPCIシステム課題研究  
(hp160060)(統計数理研究所データ同化スー  
パーコンピュータシステムA)の計算資源を用  
いて計算

# データの例 (イギリス)

行政界3次メッシュデータの例(同色が同じ行政界に属するメッシュを示す)

#ISO_COUTRY	country	state/province/prefecture	city/town/village		
level2	originalname	meshcode	lat0	long0	lat1
long1	width1(km)	width2(km)	height(km)	area(km^2)	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002017	51.516667	0.087500	51.508333	0.100000
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002018	51.516667	0.100000	51.508333	0.112500
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002019	51.516667	0.112500	51.508333	0.125000
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002110	51.516667	0.125000	51.508333	0.137500
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002111	51.516667	0.137500	51.508333	0.150000
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002112	51.516667	0.150000	51.508333	0.162500
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	
GBR	United Kingdom	England	Barking and Dagenham	London Borough	
	1077002113	51.516667	0.162500	51.508333	0.175000
	0.867687	0.867846	0.926557	0.804035	



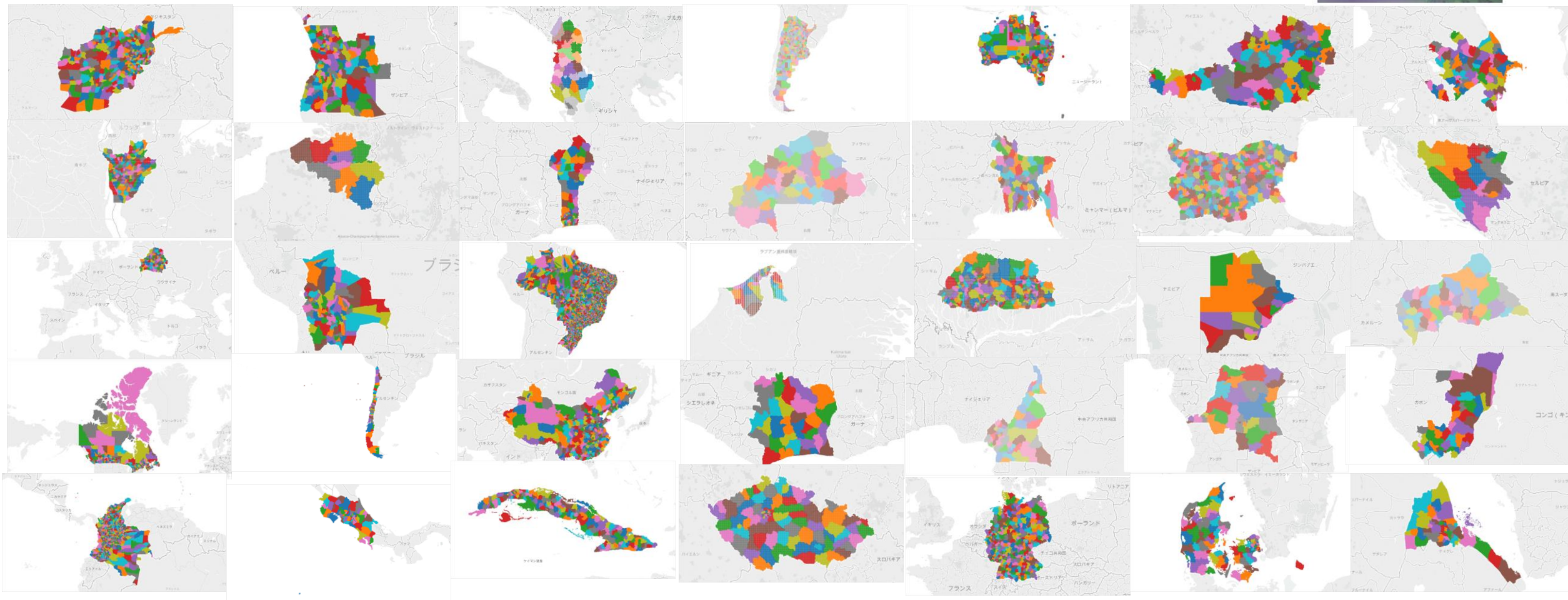
# Example

This research used computational resources of the HPCI system provided by Institute of Statistical Mathematics through the HPCI System Research Project (Project ID: hp16060) (1 April 2016-31 March 2017).

CPU: Intel Xeon E5-4650v2 5120 コア  
主記憶: 128TB  
ストレージ: Lustre サーバ 816TB  
(アクセラレータ Intel Xeon Phi 5110P)  
理論性能値: 98.3TFLOPS



- Administrative areas for 252 countries and regions



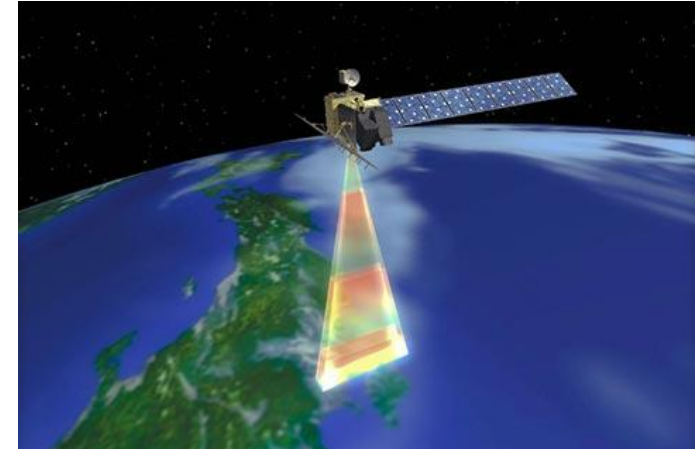
The original data are provide from GADM. ©GADM

# 衛星データ

## • Altitude



宇宙航空研究開発機構  
Japan Aerospace Exploration Agency



The Advanced Land Observing Satellite "DAICHI" (ALOS)

An elevation data set with a resolution of 30 meters horizontally (30-m mesh version) was used.

meshcode	alt_min	alt_mean	alt_median	alt_max	lat0	long0	lat1	long1
20061973411	8.17602	9	11	11	4.625	119.3875	4.616667	119.4
20071923820	6.721212	4	18	18	4.908333	119.4	4.9	119.4125
20071923720	10.962733	12	20	20	4.9	119.4	4.891667	119.4125
20071923621	12.734207	13	21	21	4.891667	119.4	4.883333	119.4125
2007191312-19	8.215956	8	17	17	4.766667	119.4	4.758333	119.4125
2007191302-22	9.224736	8	21	21	4.758333	119.4	4.75	119.4125
20071903921	9.973765	10	23	23	4.75	119.4	4.741667	119.4125
20071903820	4.625693	4	14	14	4.741667	119.4	4.733333	119.4125



min altitude

mean altitude

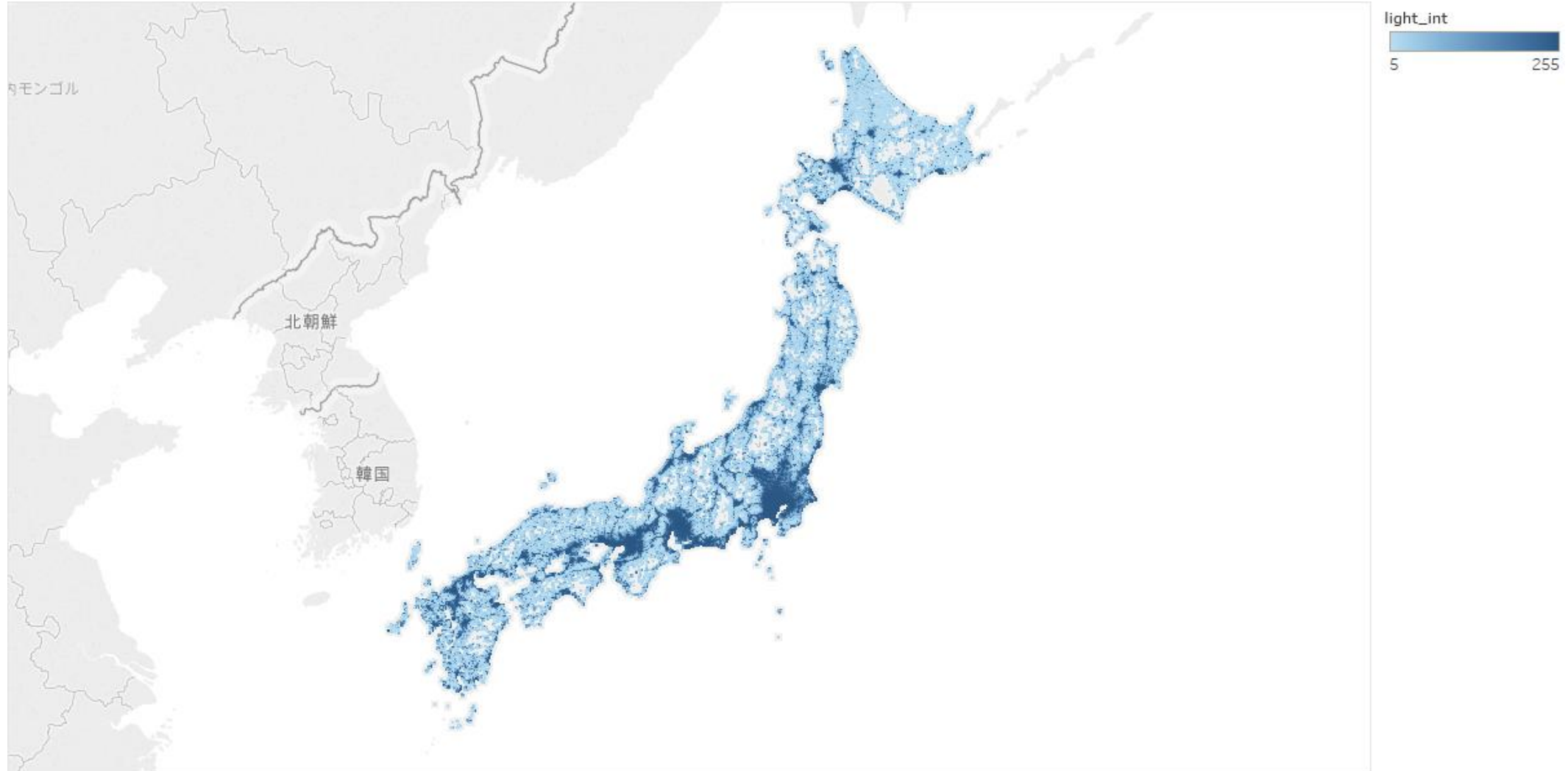
median altitude

max altitude

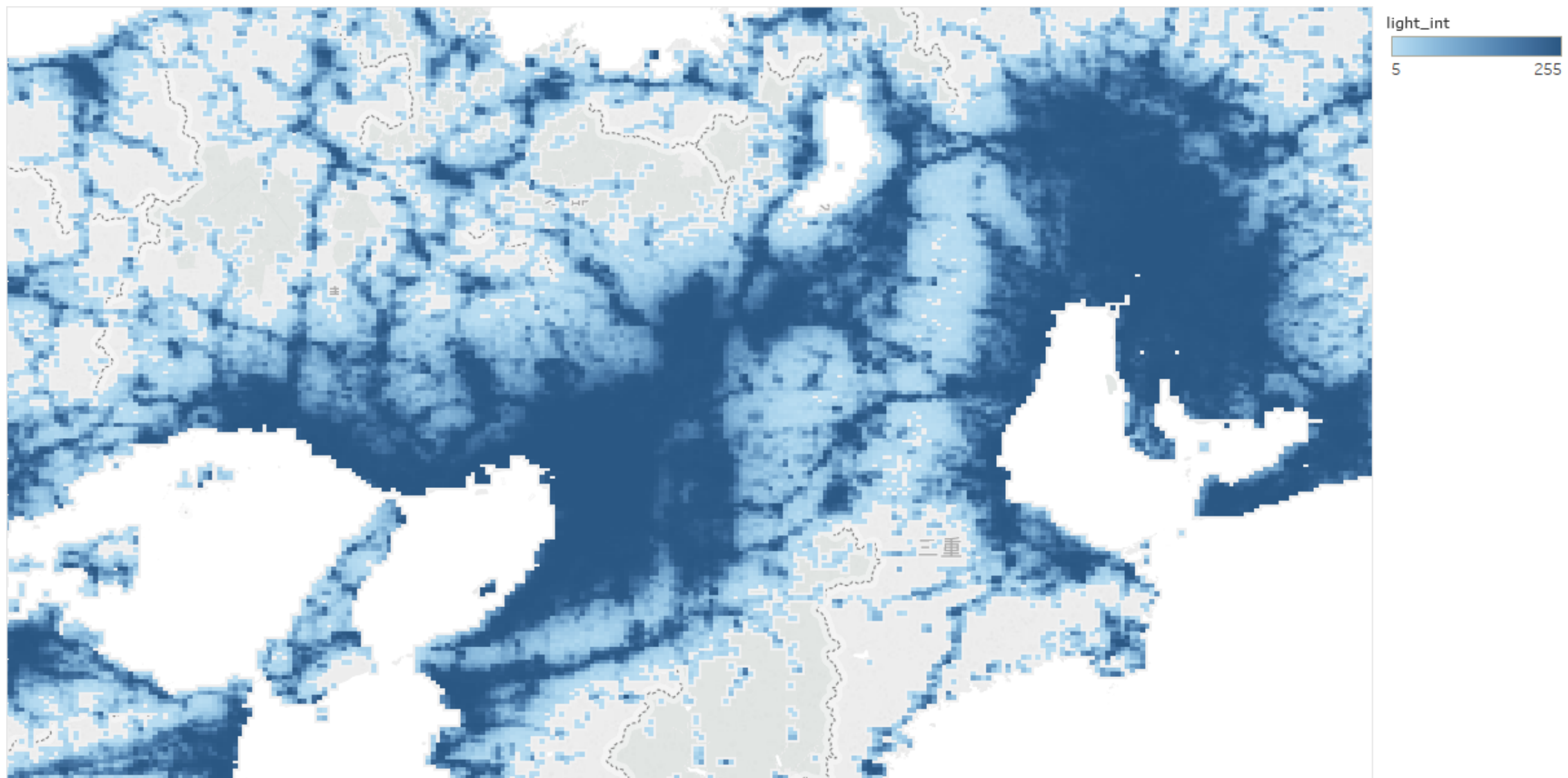
difference

The original data are provide from Japan Aerospace Exploration Agency. ©JAXA

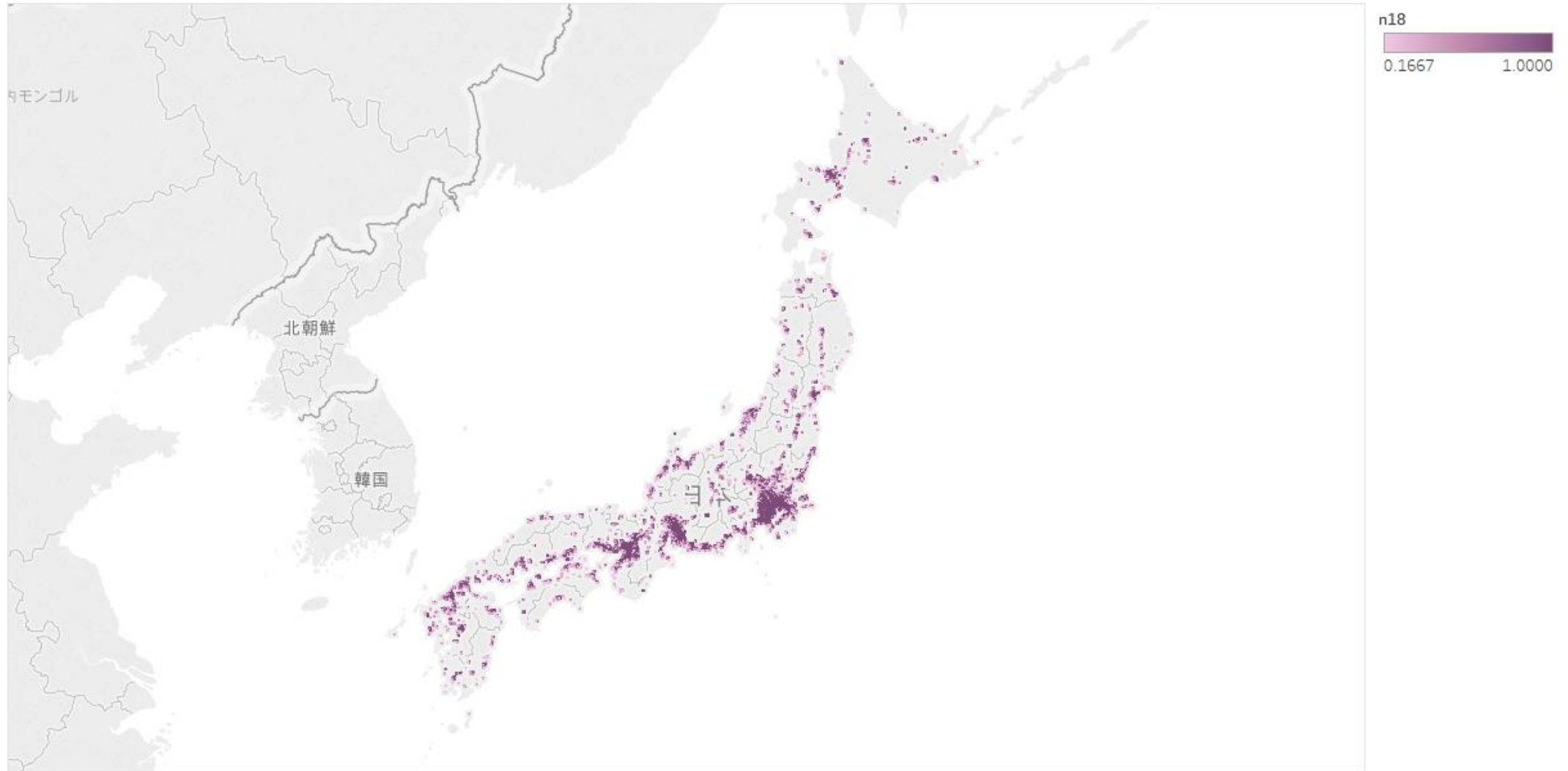
# NASA夜間光強度の世界メッシュ化



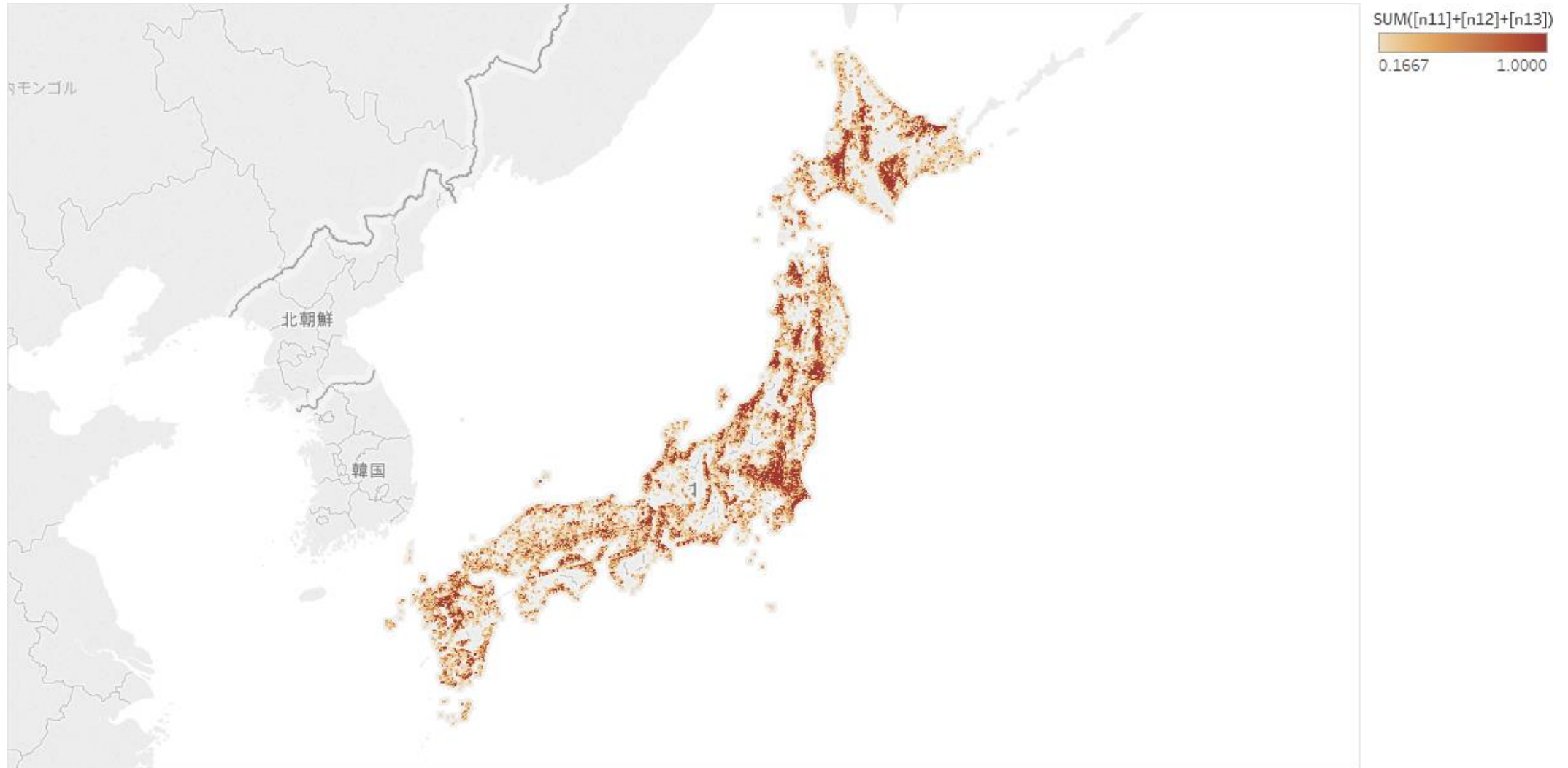
# 夜間光強度



# 市街地



# 農地(畑+水田)

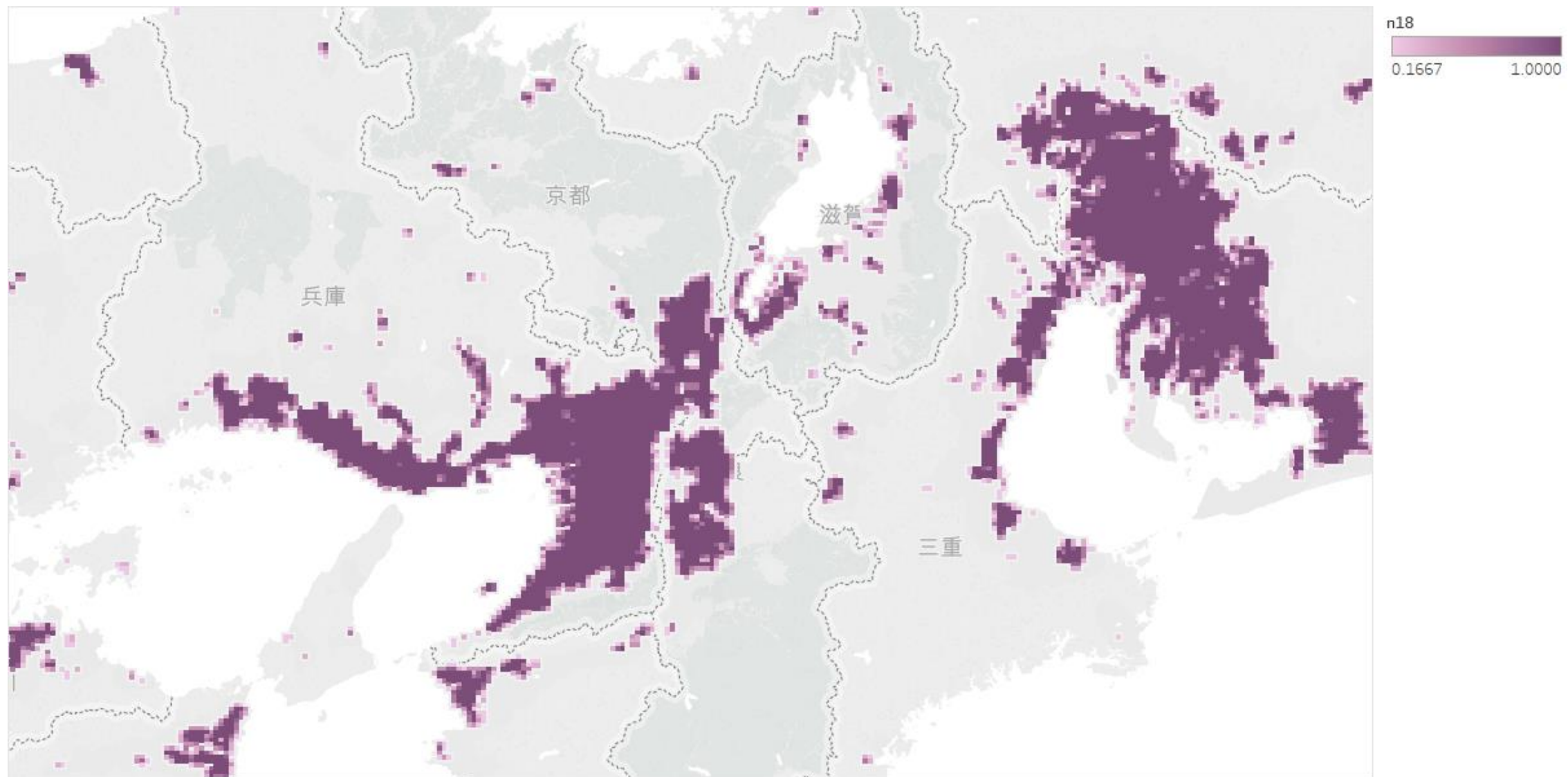




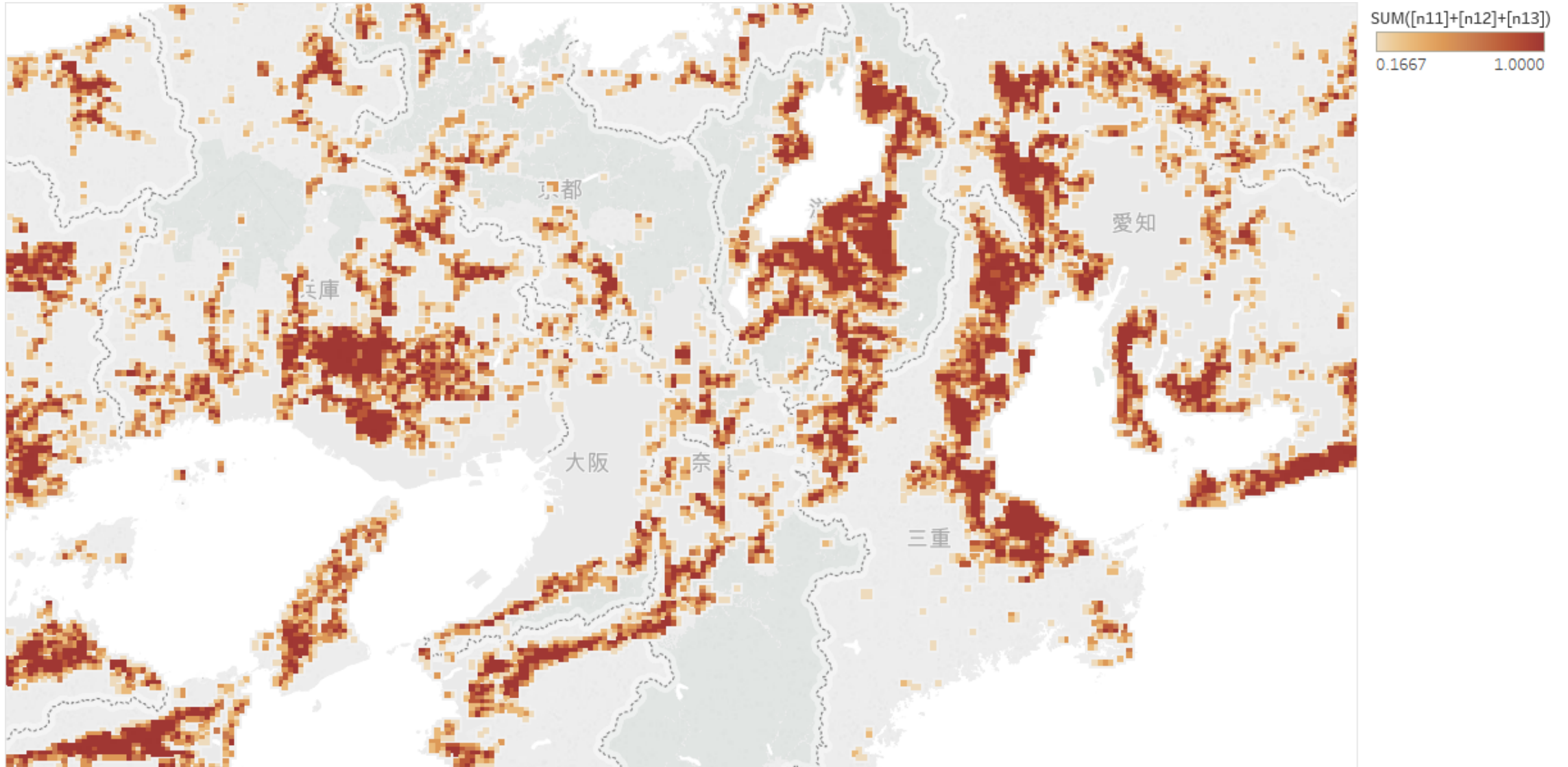
# 森林(針葉樹+広葉樹)



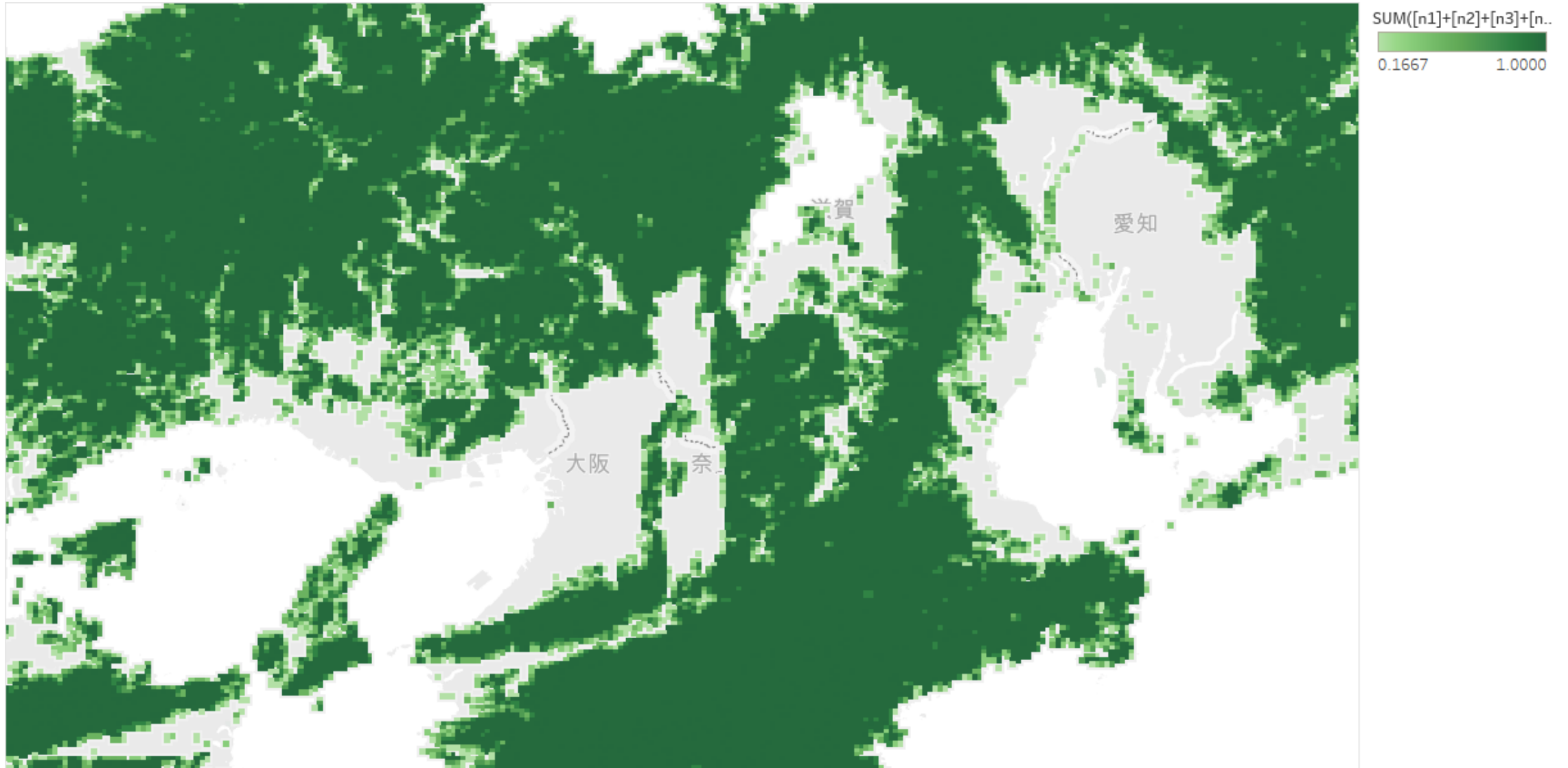
# 市街地



# 農地(畑+水田)



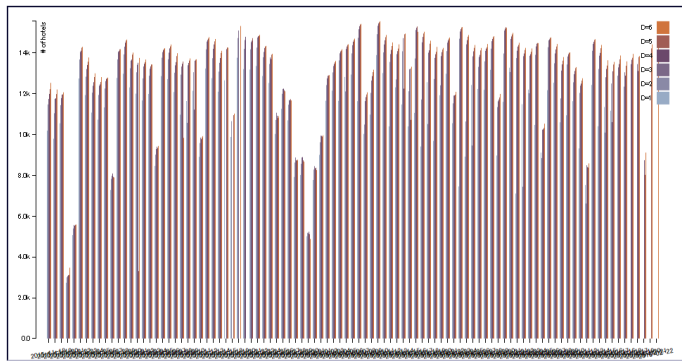
# 森林(針葉樹+広葉樹)



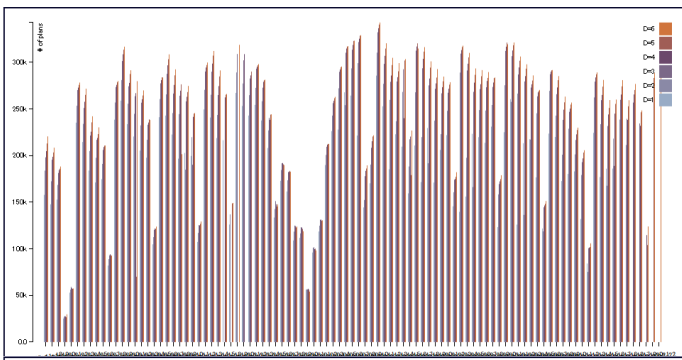
# インターネットデータからの世界メッシュ統計作成

<http://www.meshstats.xyz/hotelsmesh/>

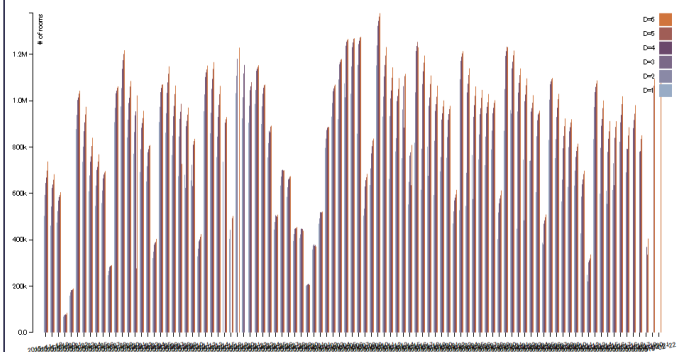
# Available hotels



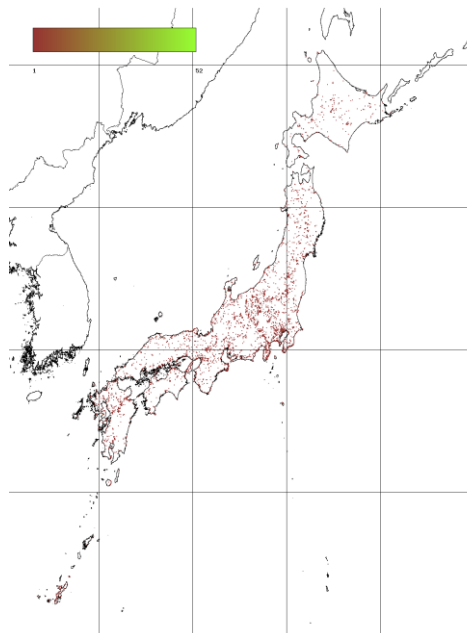
#Kinds of plans



#Available plans



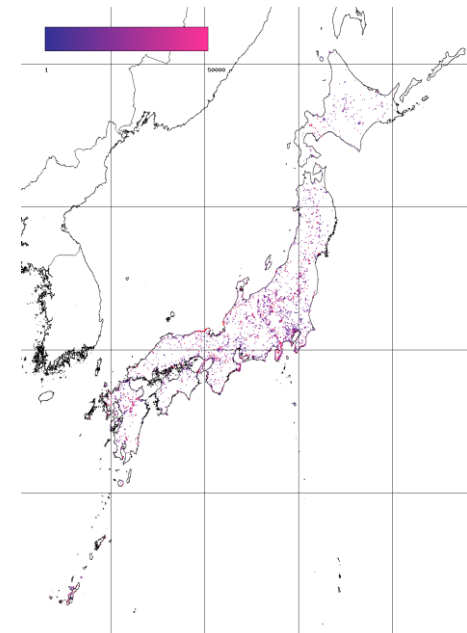
# Available hotels



# Kinds of plans

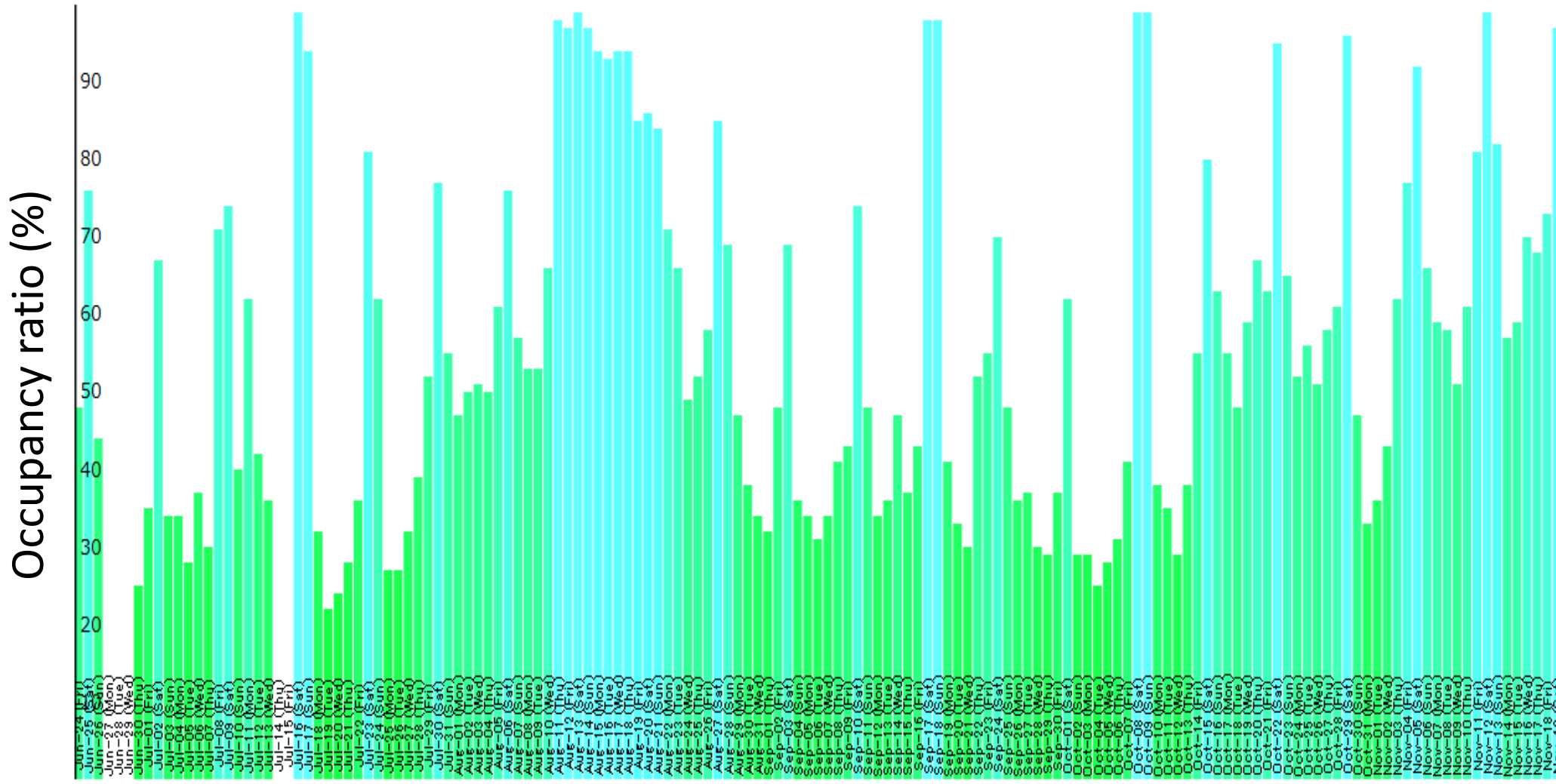
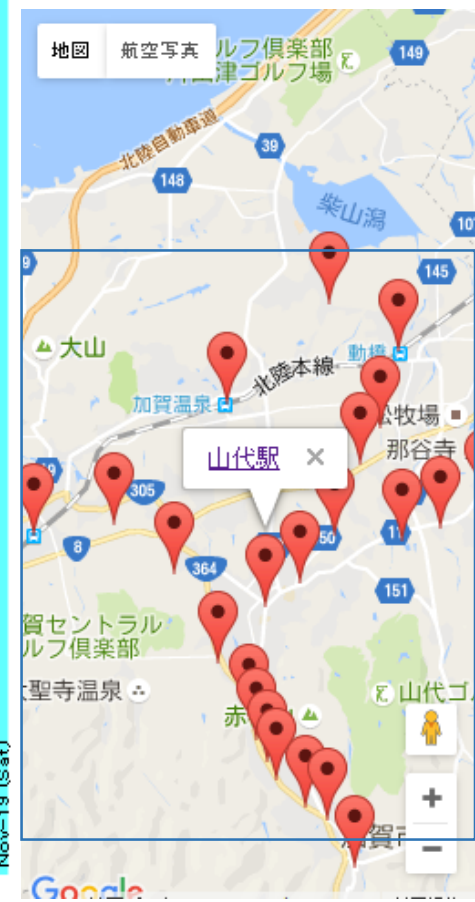


# Available plans



The data is collected on 17 Feb 2016.  
The available plans on 17 Feb 2016.

# Occupancy ratio Kaga Hot Spring in Ishikawa Prefecture



24 June 2016 to 19 November 2016

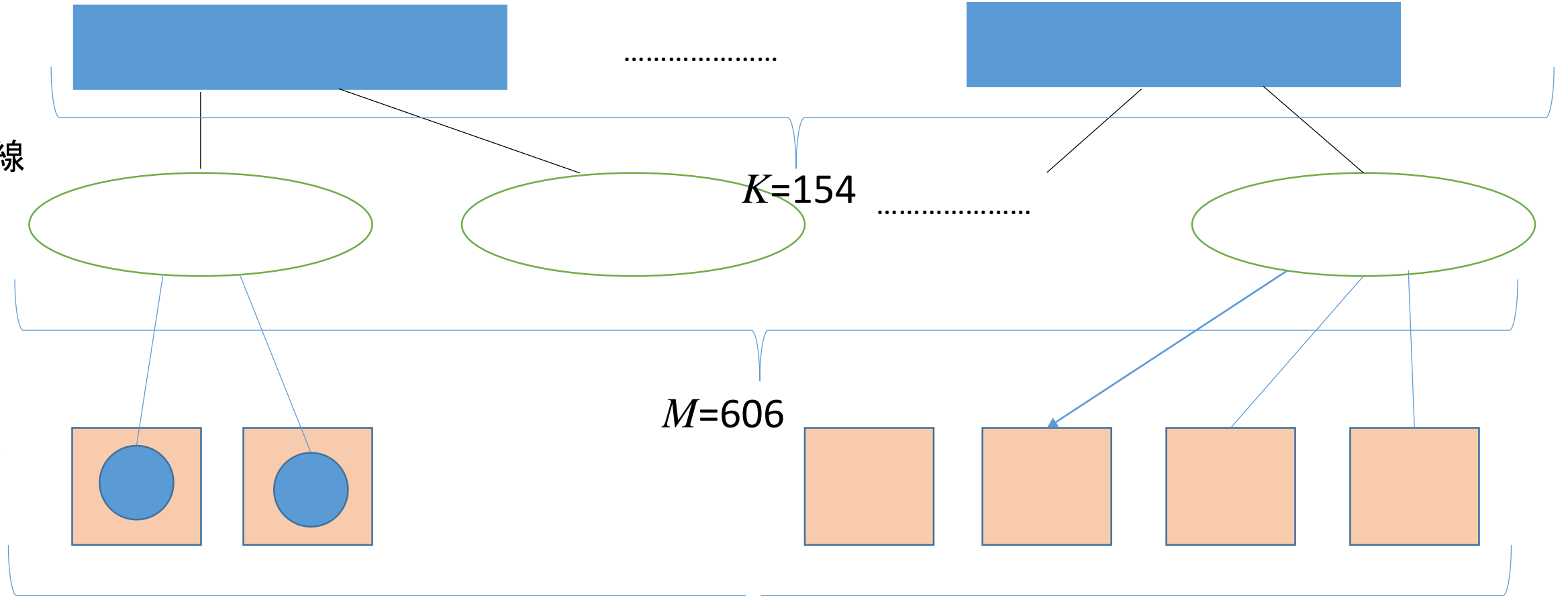
Date of stay

# 鉄道の経済価値分析への応用事例

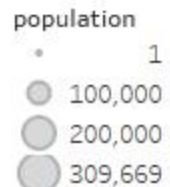
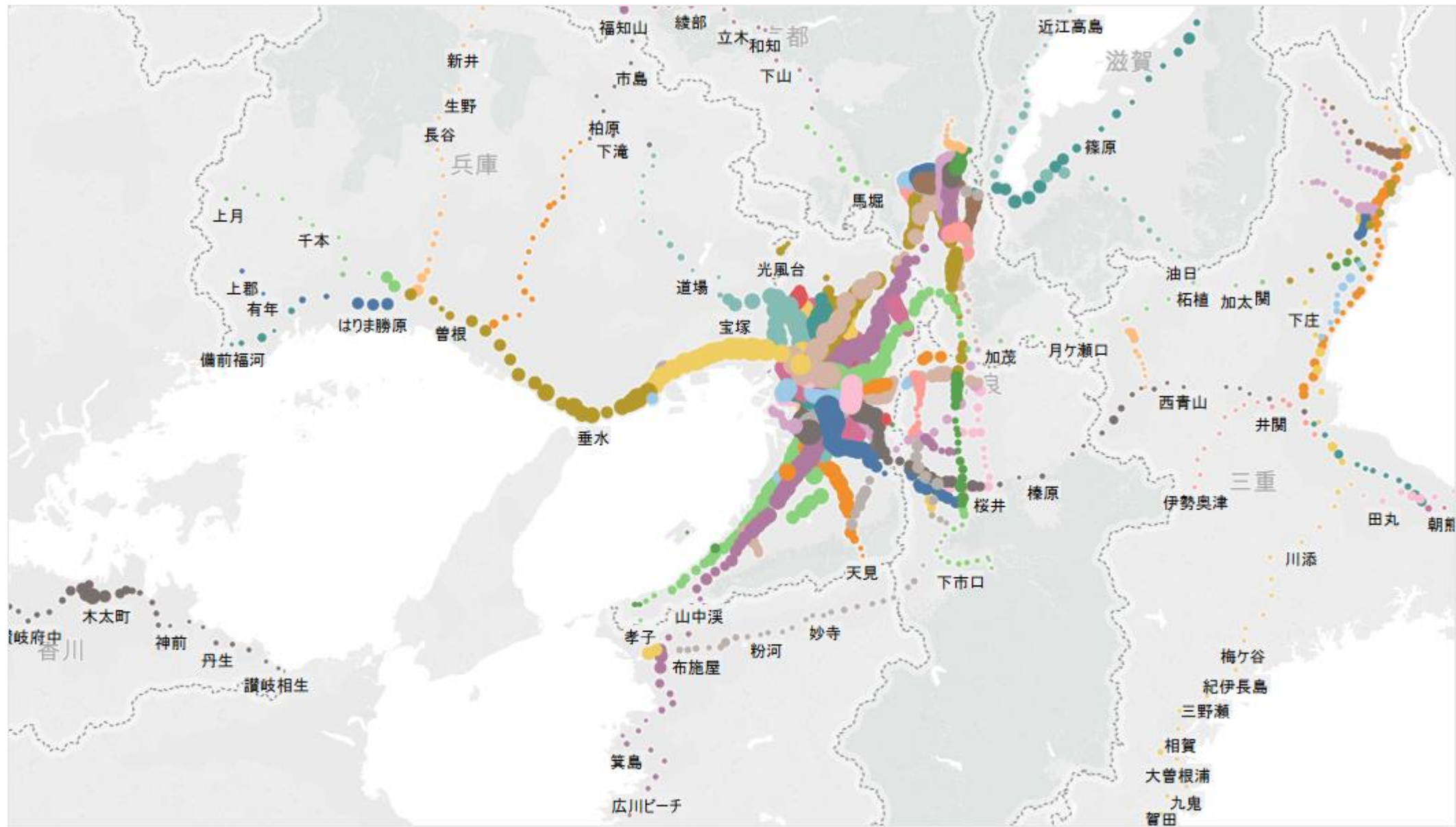
鉄道事業者

路線

駅



$P_i$  周辺2kmの人口、労働者、事業所3次メッシュのたし仕上げ  
 $N=11,000$



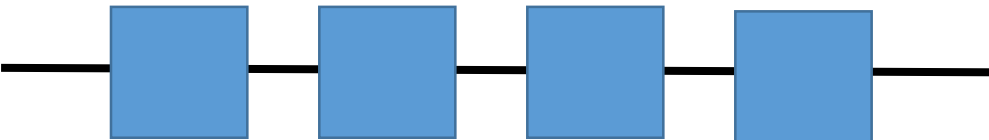
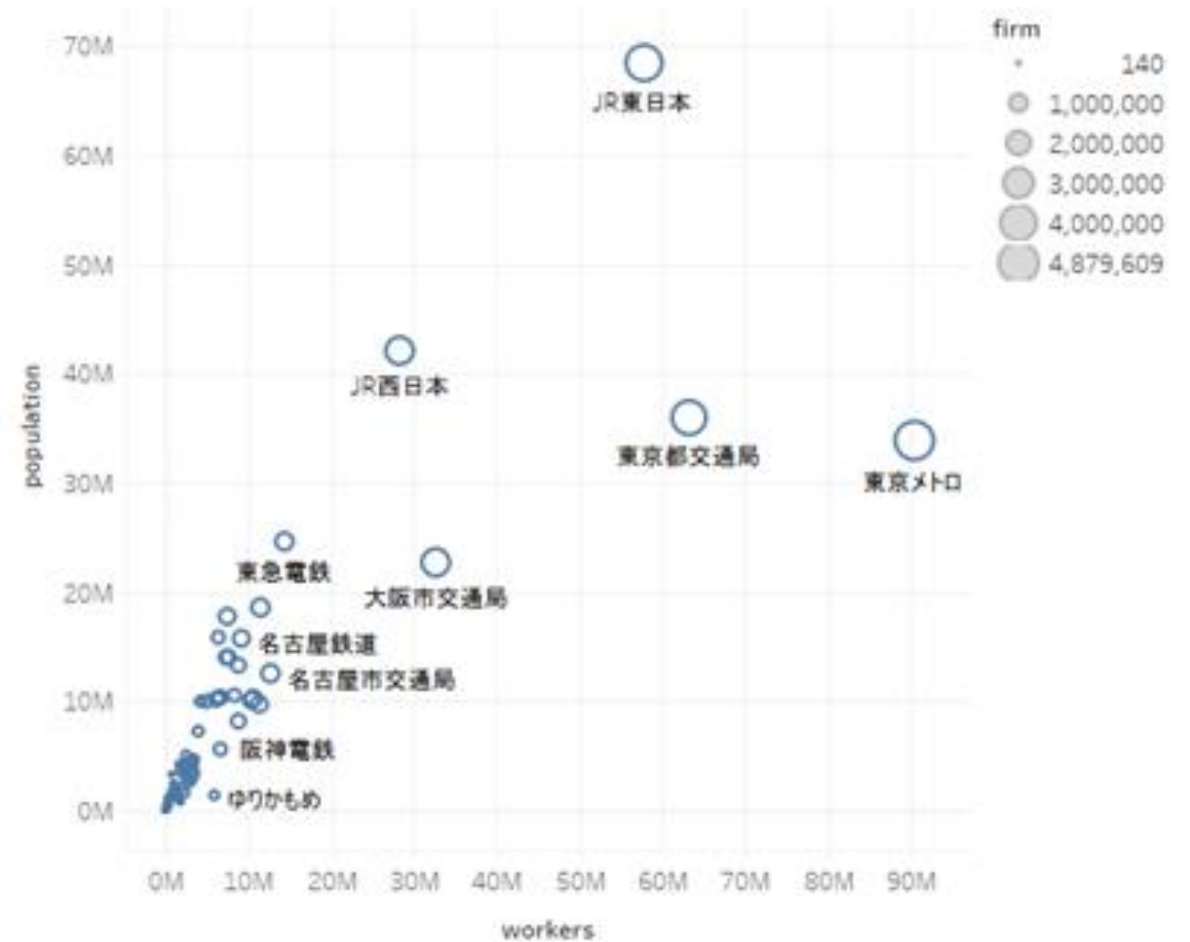
総務省統計局国勢調査人口3次メッシュ統計を用いた駅2km周辺人口



# 鉄道事業者ごとの駅周辺(2km)労働者数と人口のバブルプロット (事業所数)

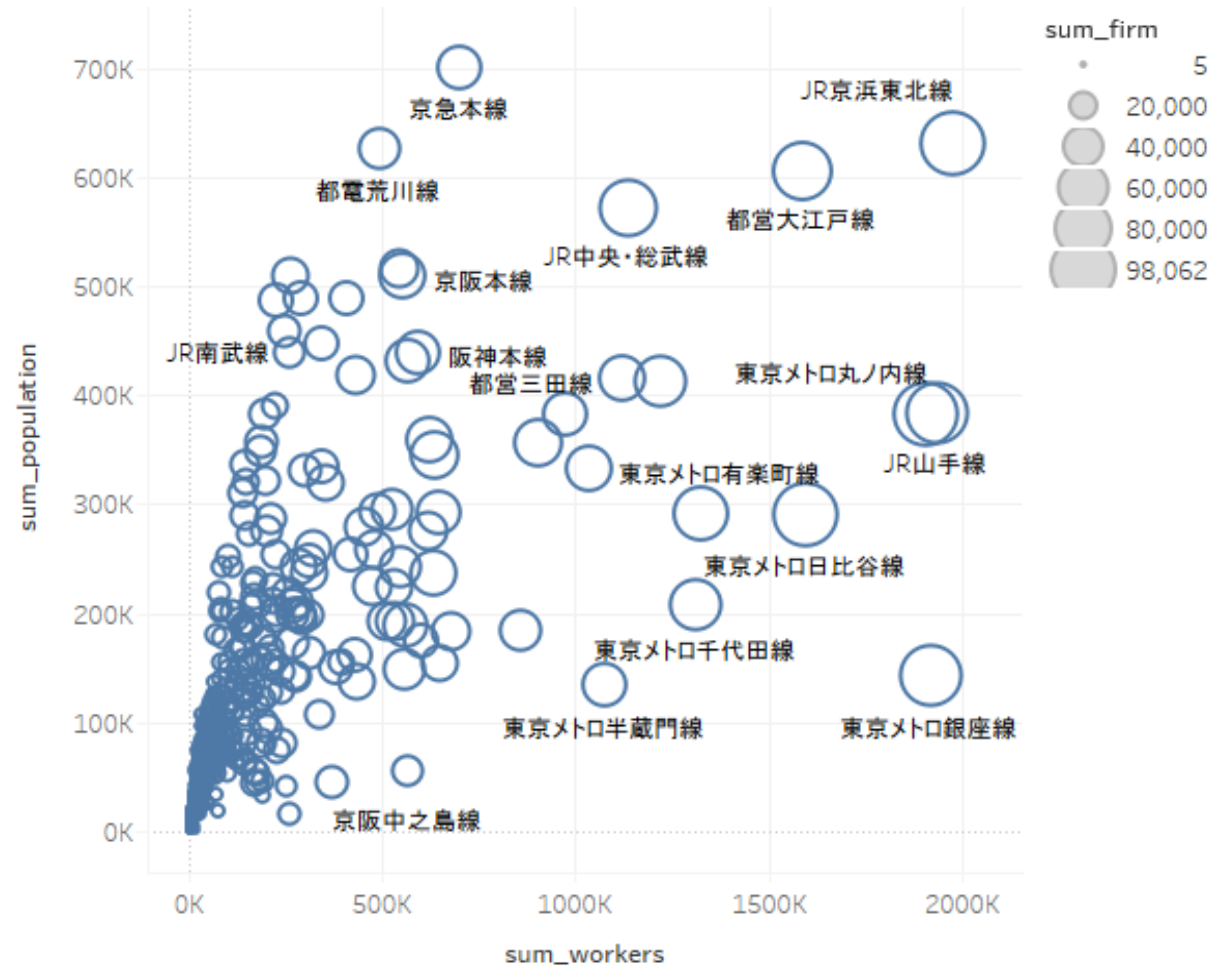
- JR東日本、東京都交通局、東京メトロなどのように周辺に労働者と人口が集中している場所で営業している鉄道事業者が存在

2012年経済センサス(労働者数、事業所数)3次メッシュ(約1km四方)を全国約11,000駅それぞれに対して周辺2kmで足し上げて鉄道事業者の管理駅ごとに合算



# 路線ごとの駅周辺(2km)労働者数と人口のバブルプロット (事業所数)

- JR京浜東北線、都営大江戸線、JR山手線、東京メトロ銀座線、東京メトロ日比谷線など人口、労働者、事業所が集中する箇所を営業範囲とする路線が存在



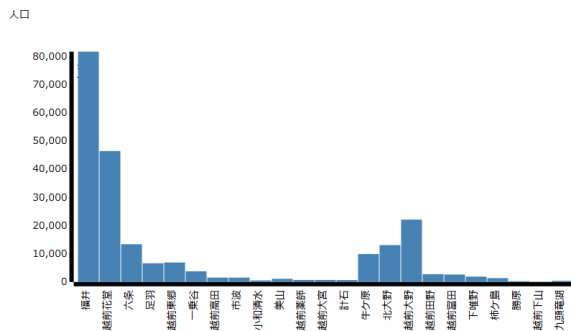
# データに基づく全国の鉄道ネットワークの再構築の必要性と他分野との連動

	えちぜん鉄道勝山永平寺線	JR西日本九頭竜線
駅総数	23	23
2.0km駅周辺人口合計(人)	424,014	220,190
2.0km 駅周辺労働者数合計(人)	324,367	143,350
2.0km 駅周辺宿泊容量合計(人)	15,759	5,599

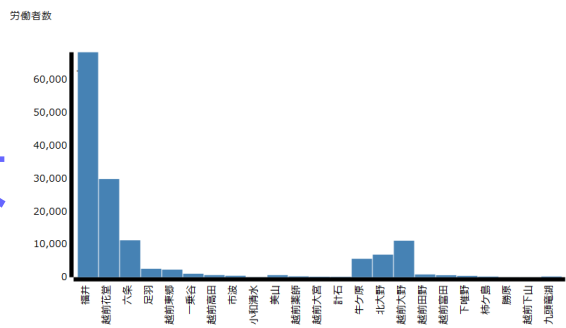
\* 国土交通省観光庁宿泊旅行統計調査個票データを統計法33条に基づき取得して作成した3次メッシュ統計から計算

# JR西日本九頭竜線 (福井～九頭竜湖)

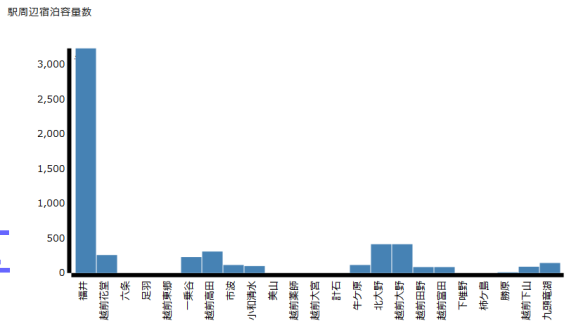
人口



労働者数

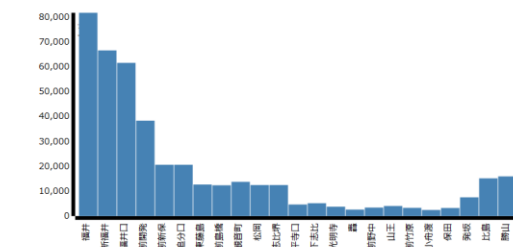


駅周辺  
宿泊容量

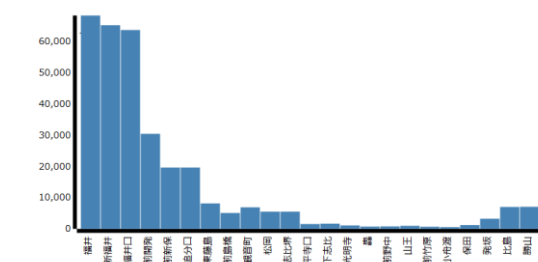


# えちぜん鉄道勝山永平寺線 (福井～勝山)

人口



労働者数



駅周辺宿泊容量数

