Practical Application of Weather Radar Information in Japan

Satoru OISHI

Kobe university, JAPAN

About me

- Graduated from Kyoto University
- Ph.D. from Kyoto University (Supervised by Prof. Ikebuchi, Prof. Kojiri, Prof. Nakakita)
- Job
  - Research Associate at DPRI, Kyoto University
  - Visiting Researcher at NCAR, USA
  - Associate Professor at Yamanashi University
  - Professor at Kobe University, Team Leader at R-CCS, RIKEN

Today, I am talking about…

- Development of mini radar and its application
- Small river discharge calculation
- Citizens' evacuation at frequently inundated area

Mini-Radar Development

FURUNO

Maritime electric manufacture,
Making many vessels' radar for navigation

船舶用電子機器の古野電気

気象レーダー事業参入へ

古野電気の気象レーダー。

古野電気は頻発するゲリラ豪雨への防災需要を狙い、小型軽量の気象レーダーを開発した。観測距離30キロメートルと狭い範囲で、詳細な気象データを6～60秒間隔でほぼリアルタイムに把握できる。都市部の浸水や土砂災害の監視を計画する自治体や空港などに販売する。

開発したのは水平に振動する波と垂直に振動する波を同時に送受信する「WR

2機種開発

新製品は、約3年かけて開発。一般的な大型レーダーの約3分の1～12分の1まで小型化した。電磁波を水平と垂直の両方向で同時に送受信して雨雲を立体的に探知する機種（高さ約1メートル、約65

…させることができるのが特長。都市部でビルの屋上などに設置できるため、いち早く正確な情報を取得できる。

価格は大型の1割の1千万円程度を想定。「低価格になれば複数設置でき、より正確な観測が可能」（同社）とし、京都大や神戸大と共同で、複数機を使ったデータ解析法などを研究している。

すでに昨年11月、クロ

…小・最軽量気象レーダー

ゲリラ豪雨を探知

古野電気が開発

ワンボックス車で運搬も可能

径は各108センチ、60センチと、気象庁などが山頂に置く大型レーダーの10分の1から…小・最軽量という。

気象レーダーでは世界最小…大型気象レーダーでは高…

自治体・空港向け

…船用技術で気象レーダー

…用レーダー世界…
…20日、世界最小…
…レーダー＝写真…
…した。地域ご…
…をリアルタイ…
、短時間に狭い…
降る「局地豪雨…
なげる。自治体…
広い販売先を想…
海外で先行販売…
レーダーの開発…
方向と垂直方向…
上空にある雨…
達する様子を立…

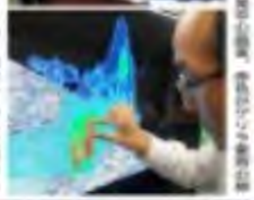
気象庁…
に設置し…
ーは数百…
かご説明…

1　14面　2013年　9月24日

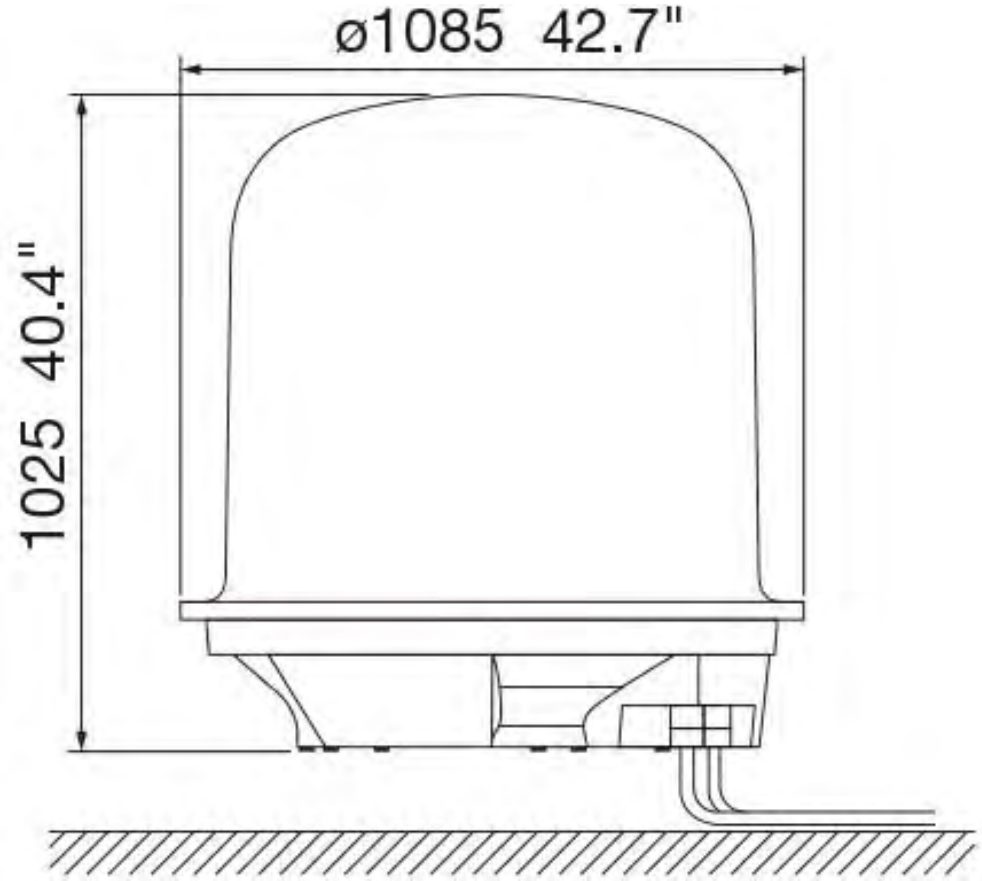
ゲリラ豪雨 高精度予測

50メートル四方 小型レーダーで探知

関西の企業・大学 共同開発



Small but full function Multi-Parameter Radar



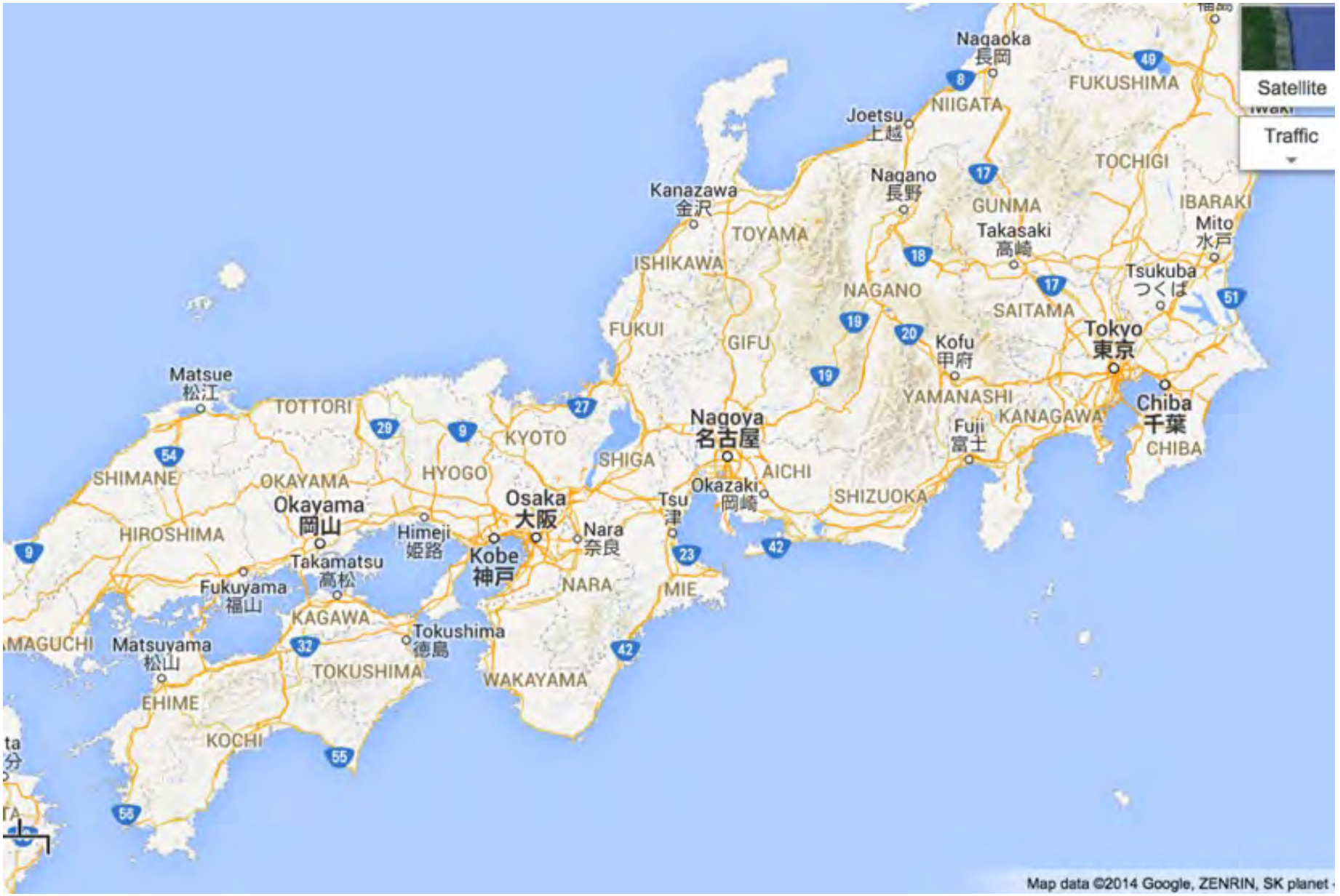
WR-2100

Bigger Radar
2mx2m+Φ2m
2000kg
r=64km

Our Radar
1mx1m+PC
100kg
r=30km

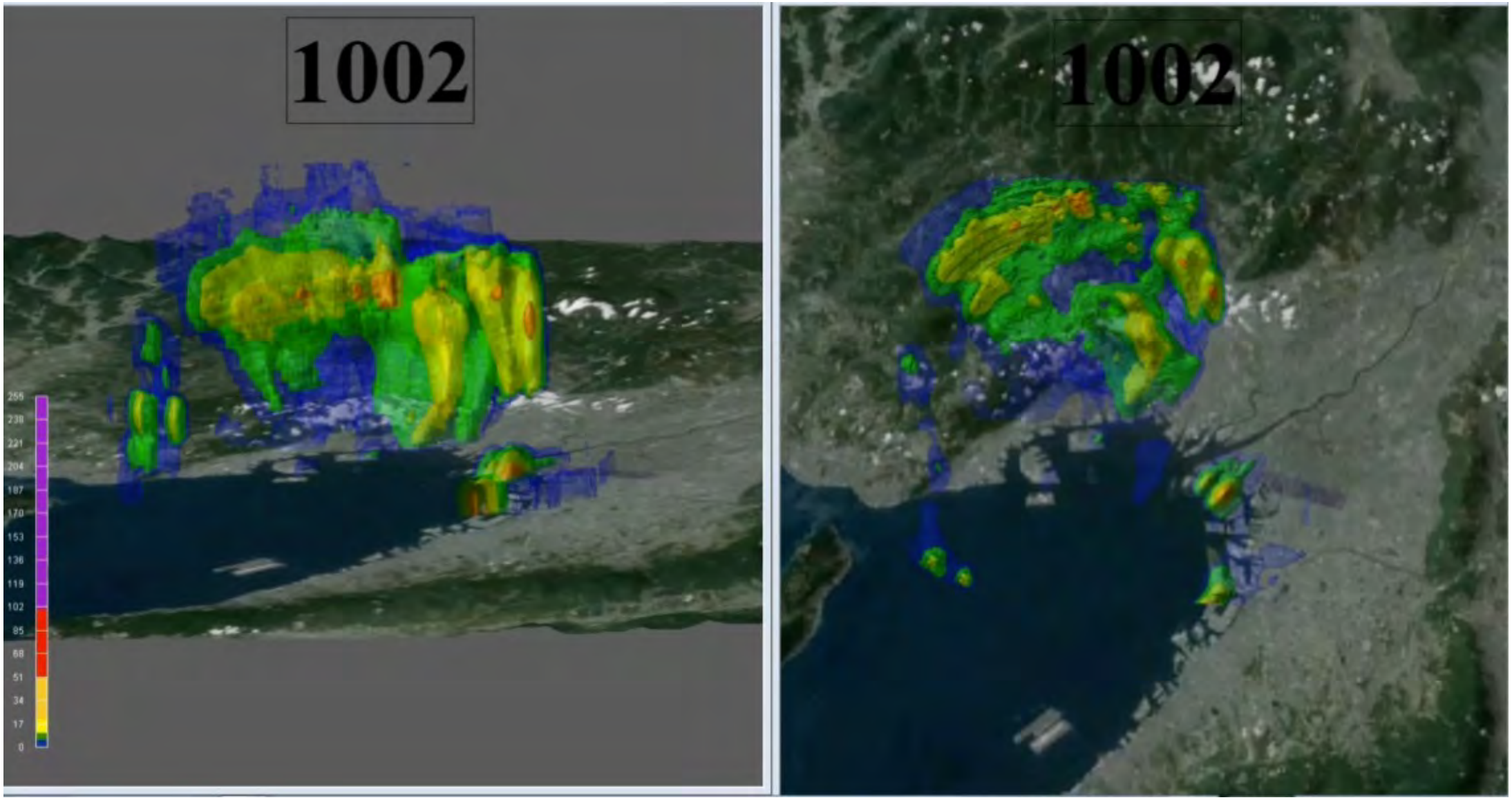
Please take a look at the resolution of

WR2100


Satellite
Traffic
Nagaoka
長岡
FUKUSHIMA
NIIGATA
Joetsu
上越
TOCHIGI
Nagano
長野
GUNMA
IBARAKI
Kanazawa
金沢
TOYAMA
Takasaki
高崎
Mito
水戸
ISHIKAWA
NAGANO
Tsukuba
つくば
SAITAMA
FUKUI
GIFU
Kofu
甲府
Tokyo
東京
Matsue
松江
TOTTORI
YAMANASHI
KANAGAWA
Chiba
千葉
Nagoya
名古屋
Fuji
富士
KYOTO
SHIGA
CHIBA
SHIMANE
HYOGO
AICHI
OKAYAMA
Okazaki
岡崎
SHIZUOKA
Osaka
大阪
Okayama
岡山
Tsu
津
HIROSHIMA
Himeji
姫路
Nara
奈良
Takamatsu
高松
Kobe
神戸
Fukuyama
福山
NARA
MIE
KAGAWA
Tokushima
徳島
Matsuyama
松山
TOKUSHIMA
WAKAYAMA
EHIME
KOCHI
Map data ©2014 Google, ZENRIN, SK planet

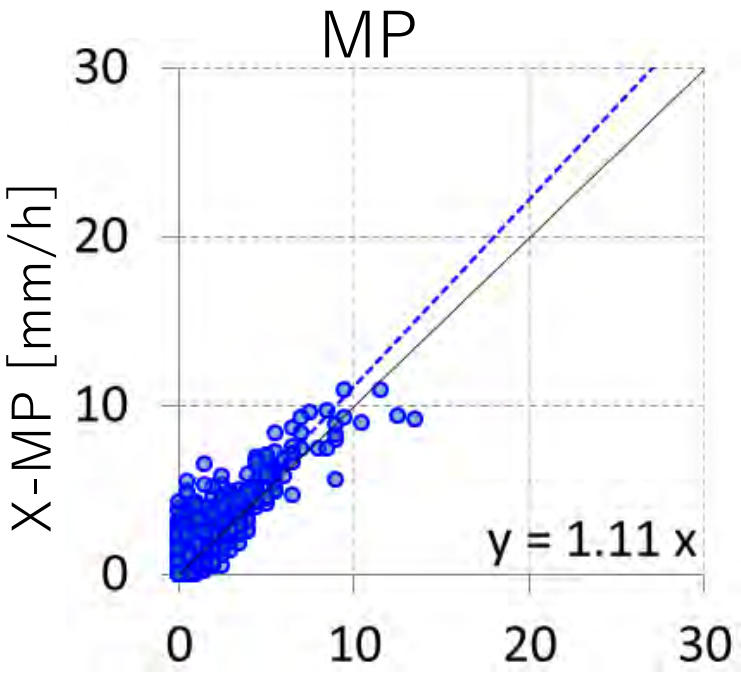

Takasago
高砂市
Takarazuka
宝塚市
Ibaraki
茨木市
Hirakata
枚方市
Nishinomiya
西宮市
Suita
吹田市
Neyagawa
寝屋川市
Satellite
Traffic
Kakogawa
加古川市
Kobe
神戸市
Ashiya
芦屋市
Osaka
大阪市
Daito
大東市
Ikoma
生駒市
Akashi
明石市
Kobe Port
神戸港
Higashiosaka
東大阪市
Yamatokoriyama
大和郡山市
Kobe Airport
神戸空港
Sakaisenboku Port
堺泉北港
Sakai
堺市
Matsubara
松原市
Fujiidera
藤井寺市
Habikino
羽曳野市
Sakurai
桜井市
Osaka Bay
大阪湾
Hannan Port
阪南港
Tondabayashi
富田林市
Izumi
和泉市
Kashihara
橿原市
Kawachinagano
河内長野市
Kishiwada
岸和田市
OSAKA
Gose
御所市
Kansai International Airport
関西国際空港
Awaji
淡路市
Kaizuka
貝塚市
Mount Kongō
金剛山
Sennan
泉南市
Gojo
五條市
Sumoto
洲本市
Hannan
阪南市
Hashimoto
橋本市
Minamiawaji
南あわじ市
Kinokawa
紀の川市
Wakayama
和歌山市
Iwade
岩出市
Mt Koyasan
高野山
Kainan
海南市
Map data ©2014 Google, ZENRIN

Osaka Bay　L: Bird’s eye View R: Plain View

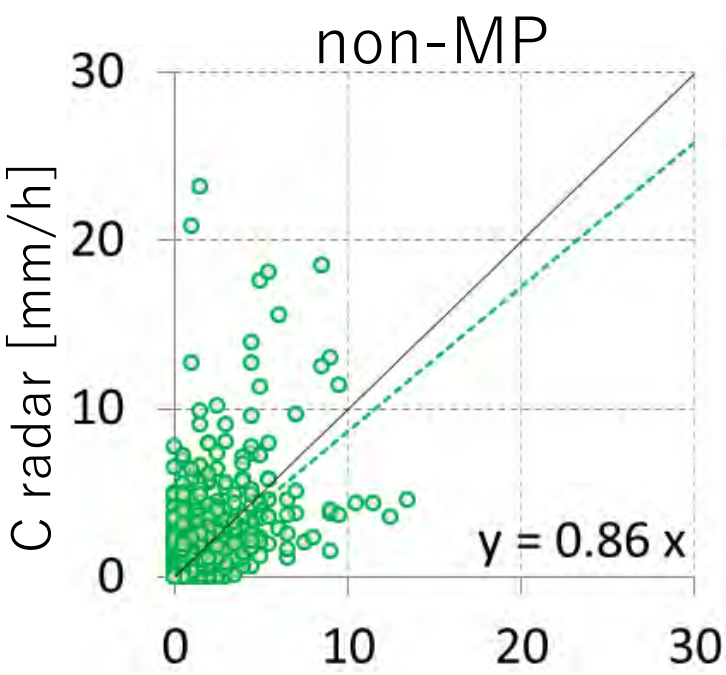


Osaka Bay　L: Bird’s eye View R: Plain View

Quantitative Precipitation Estimation QPE



Raingauge [mm/h]
Correlation coefficient 0.86
RMSE 0.21



Raingauge [mm/h]
Correlation coefficient 0.65
RMSE 0.32

Quick Explanation

Relationship between Z and R

drop size distribution

$$N(D) = N_0 D^{\mu} \exp(-\Lambda D)$$

Rain Rate[mm/hr]

$$R = \int_0^{\infty} N(D) \frac{\pi}{6} D^3 w(D) dD$$

Radar reflectivity factor

$$Z = \int_0^{\infty} N(D) D^6 \, dD$$

Quick Explanation

drop size distribution

$$N(D) = N_0 D^{\mu} \exp(-\Lambda D)$$

Rain Rate[mm/hr]

$$R = \int_0^{\infty} N(D) \frac{\pi}{6} D^3 w(D) dD$$

Radar reflectivity factor

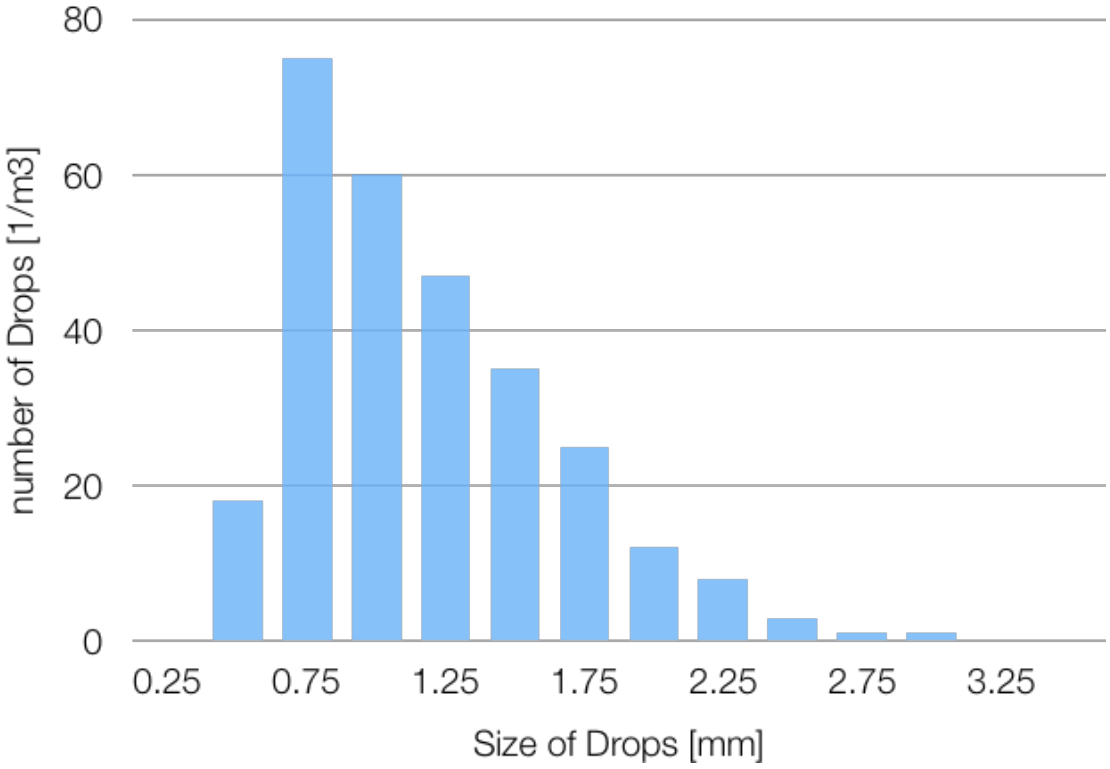
$$Z = \int_0^{\infty} N(D) D^6 \, dD$$

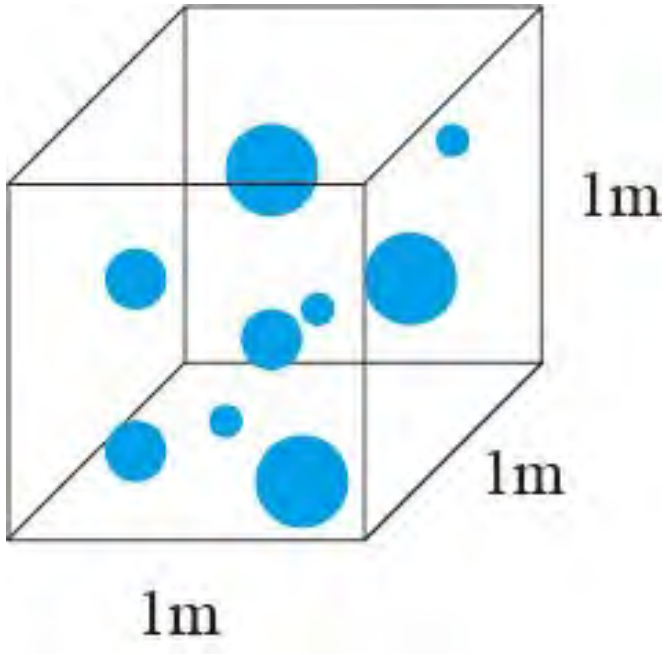
Z-R relationship

$$Z = BR^{\beta}$$

Quick Explanation

N(D) number concentration, drop size distribution





Quick Explanation

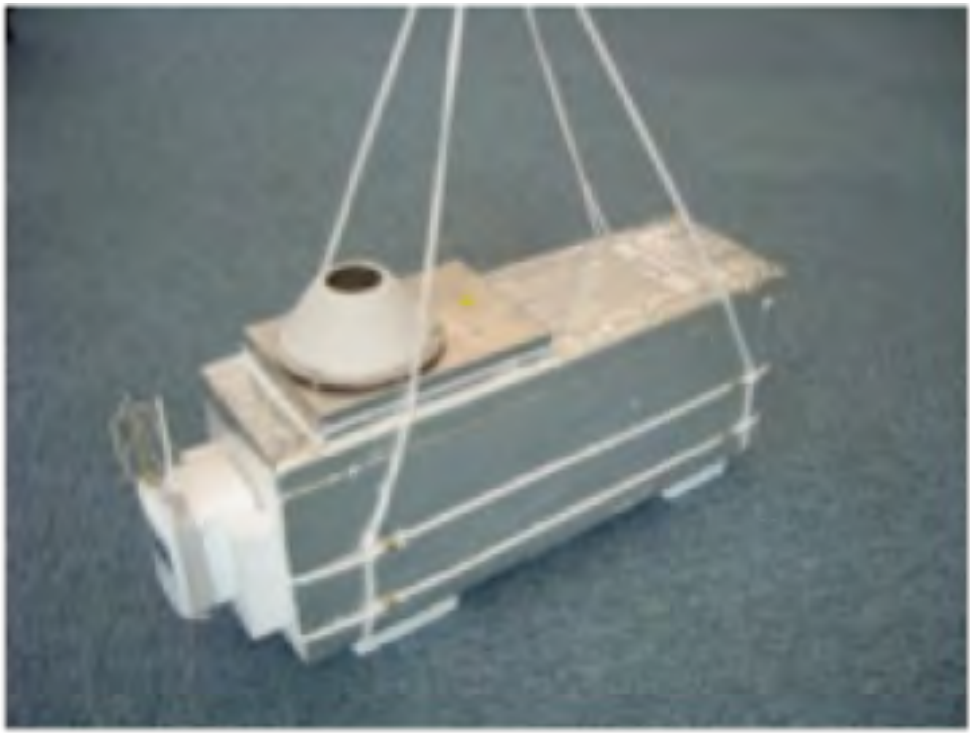
Three size parameters are solved by three radar parameter

$$N(D) = N_0 D^{\mu} \exp(-\Lambda D)$$

- radar reflectivity factor Z_H
- differential reflectivity Z_{DR}
- specific differential phase K_{DP}

Quick Explanation

In situ observation



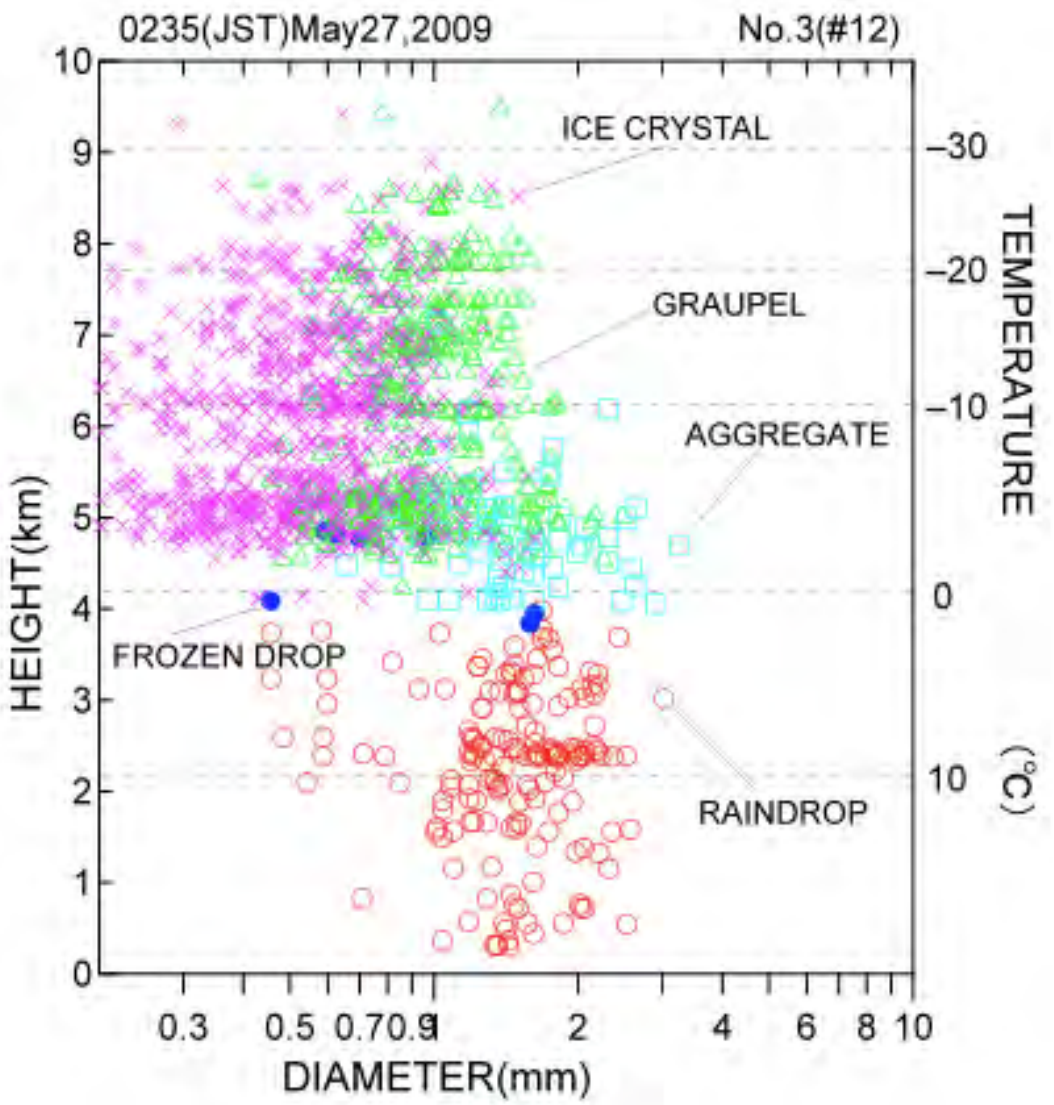
Takahashi (1976), Suzuki (2007)

rain drop

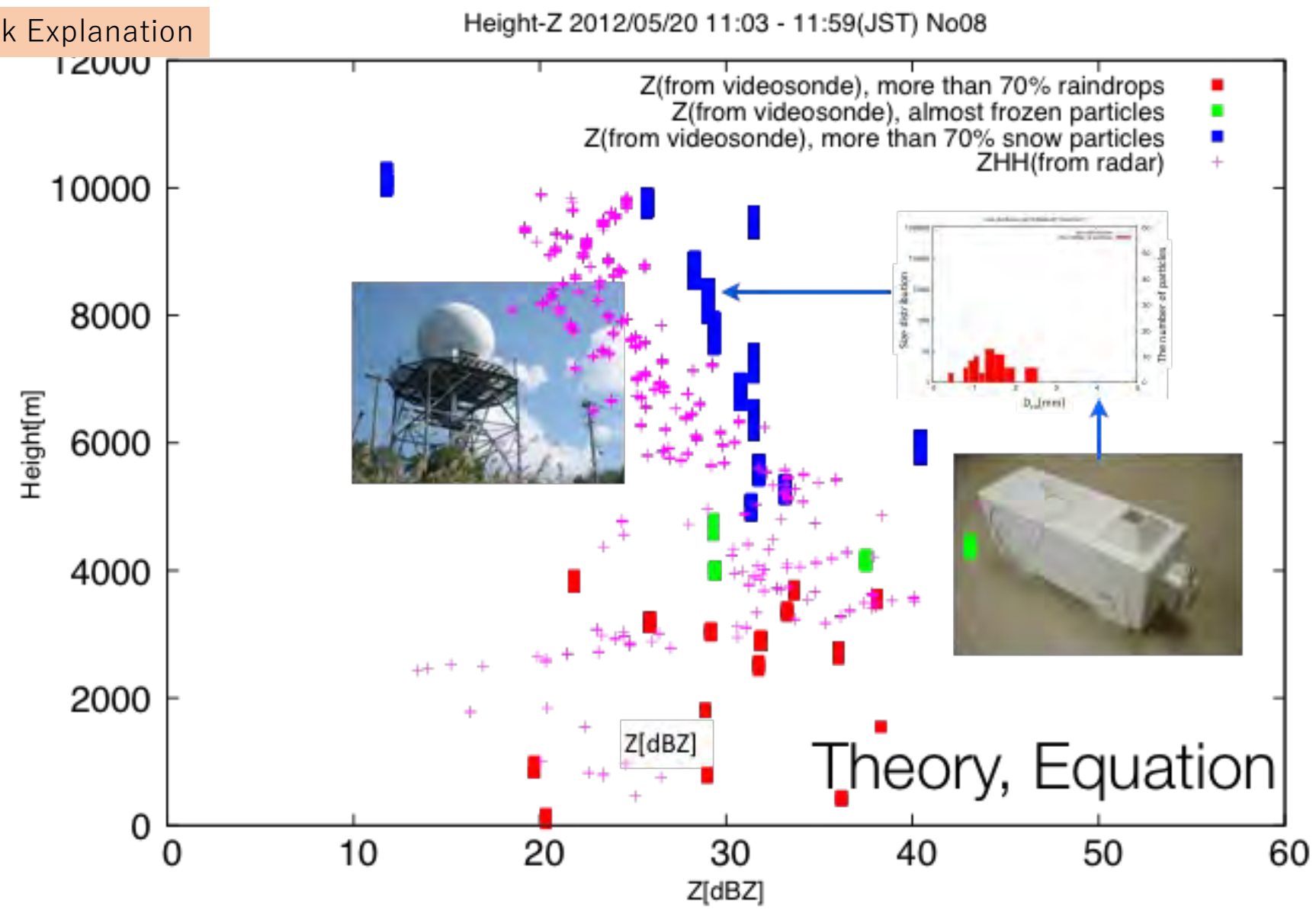
snow flake

Quick Explanation

Quick Explanation

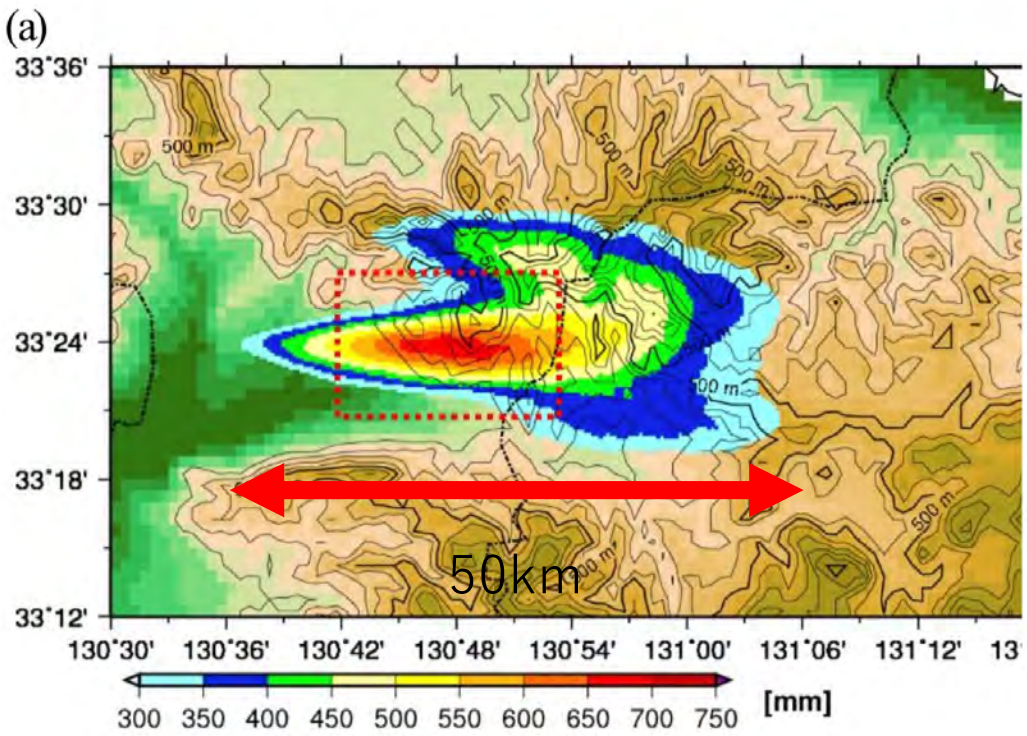


Quick Explanation



This kind of fundamental scientific research gave a lot of advantage to understand radar, weather and their application

Discharge Calculation from Radar in small rivers



Left: Nakakita and Yamaguchi (2018)
http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/web_j/publication/other/20180330_kyusyu.pdf

Right: Mainichi News papers (2017.7.12)
https://mainichi.jp/graphs/20170712/hpj/00m/040/001000g/12

Discharge prediction in small rivers

Advantage

- Radar rainfall is given at each grid point (cells)
- It is suitable to cell distributed rainfall runoff simulation.
- The error generated by radar during QPE process may be eliminated during integration for runoff simulation.
- Lag of rainfall observed by radar and rain falls on ground will be implicitly included in parameter of runoff simulation

Disadvantage

- Systematic error of higher altitude area like mountain because of higher elevation angle

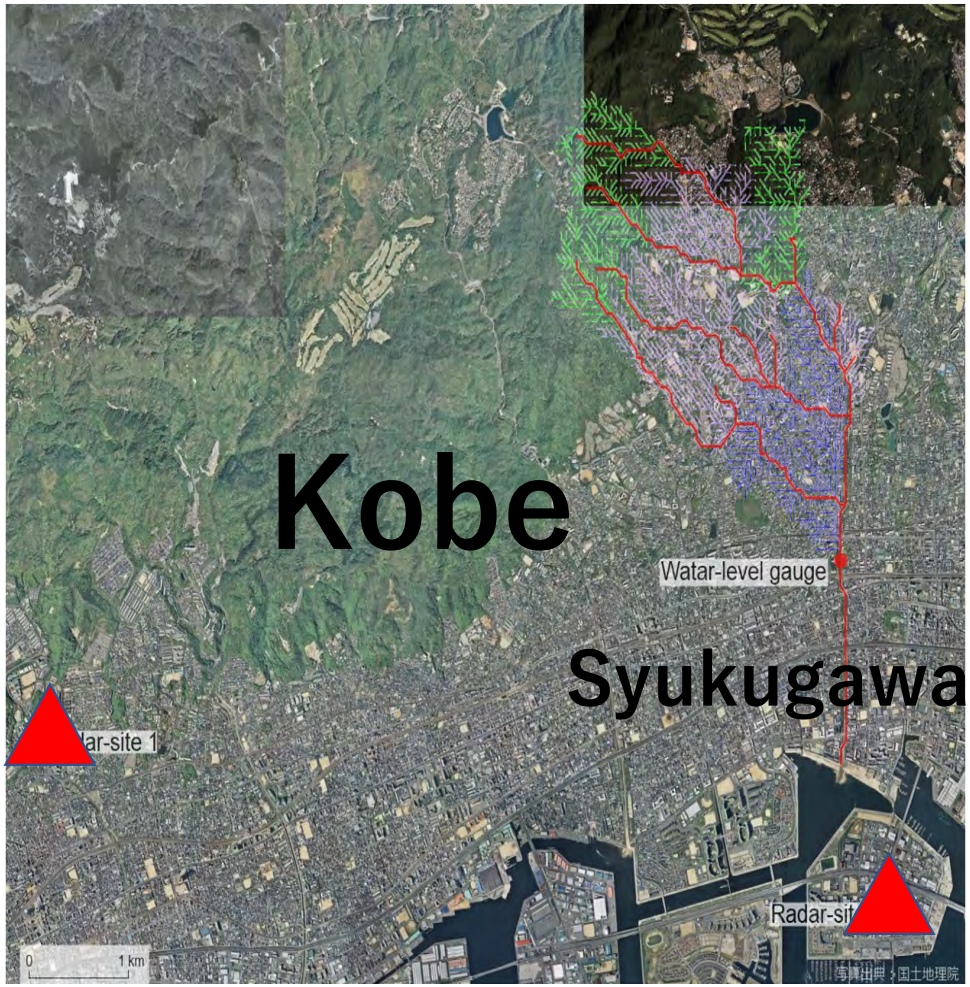
Small river close to Kobe (Syukugawa)

- Discharge estimation by using X-MP radar

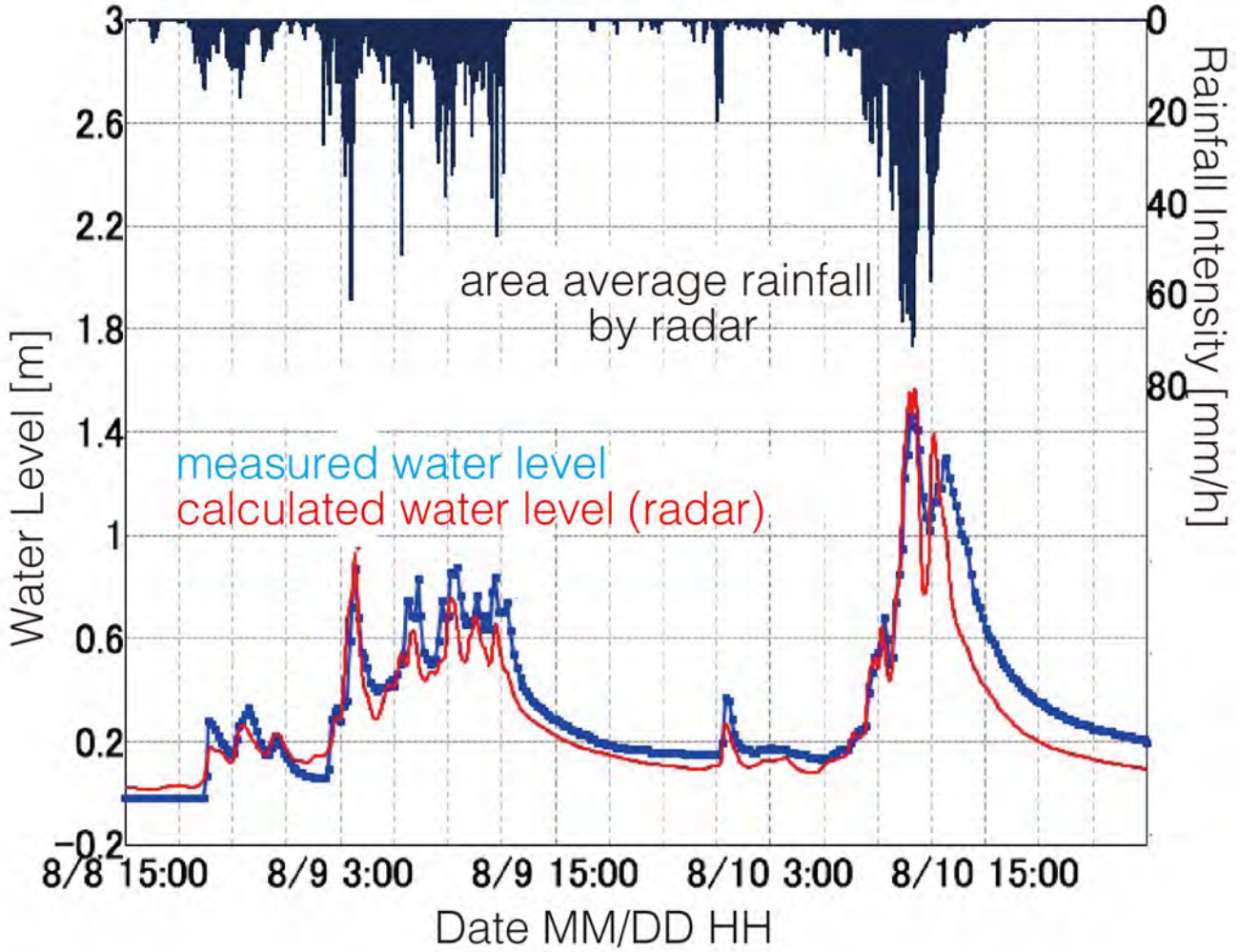
Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015): Estimation of water level by using high resolution radar in urban small river, JMS meeting in spring

Target

- Syukugawa river: 8 km^2
- August 8-10, 2014
- Typhoon No11
- Discharge calculation: GeoHyMos (Shiiba, Tachikawa, et al. 2010)
- Residential area, Forests, Mountain
- Rainfall is given by two radars

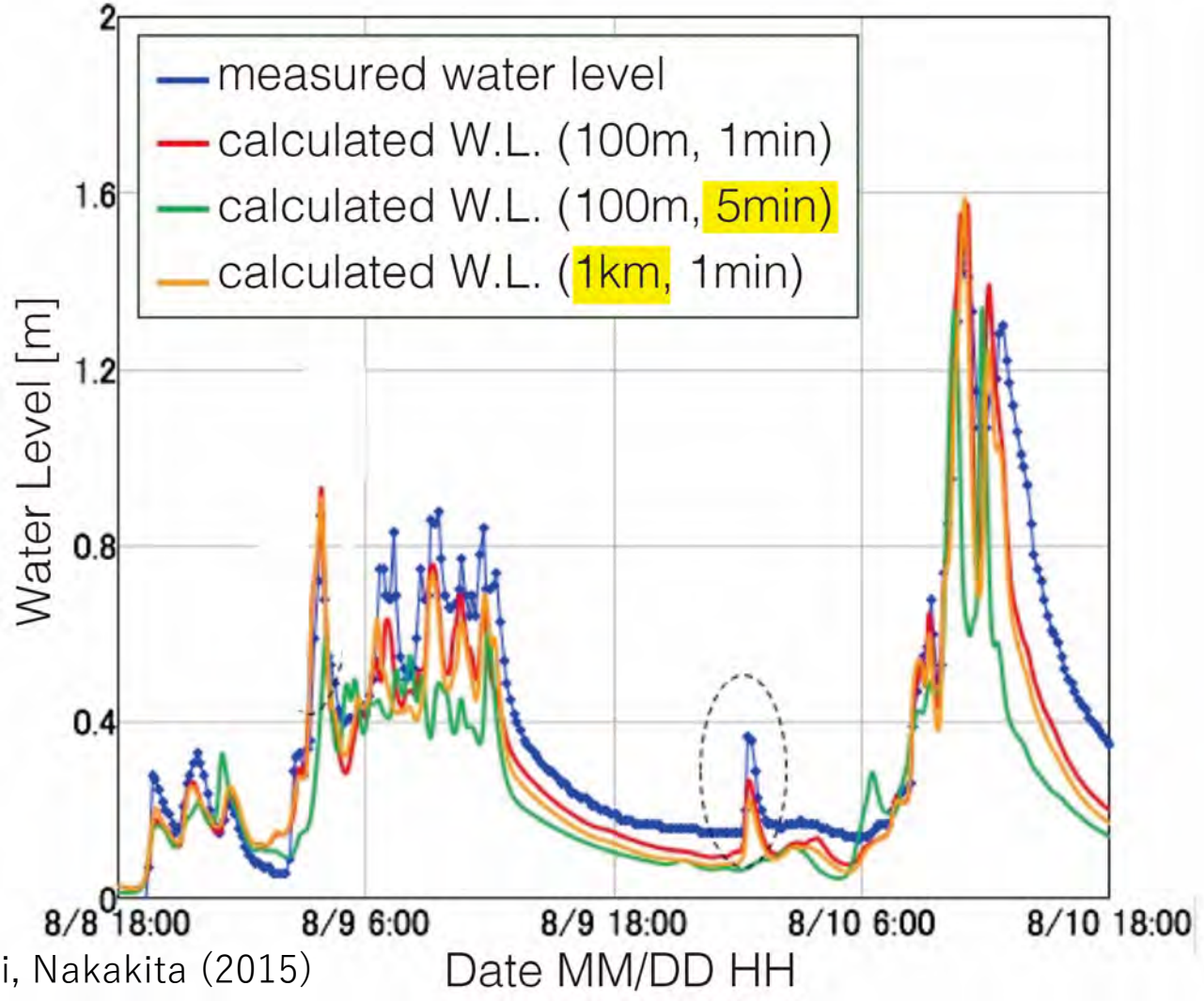


Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015)

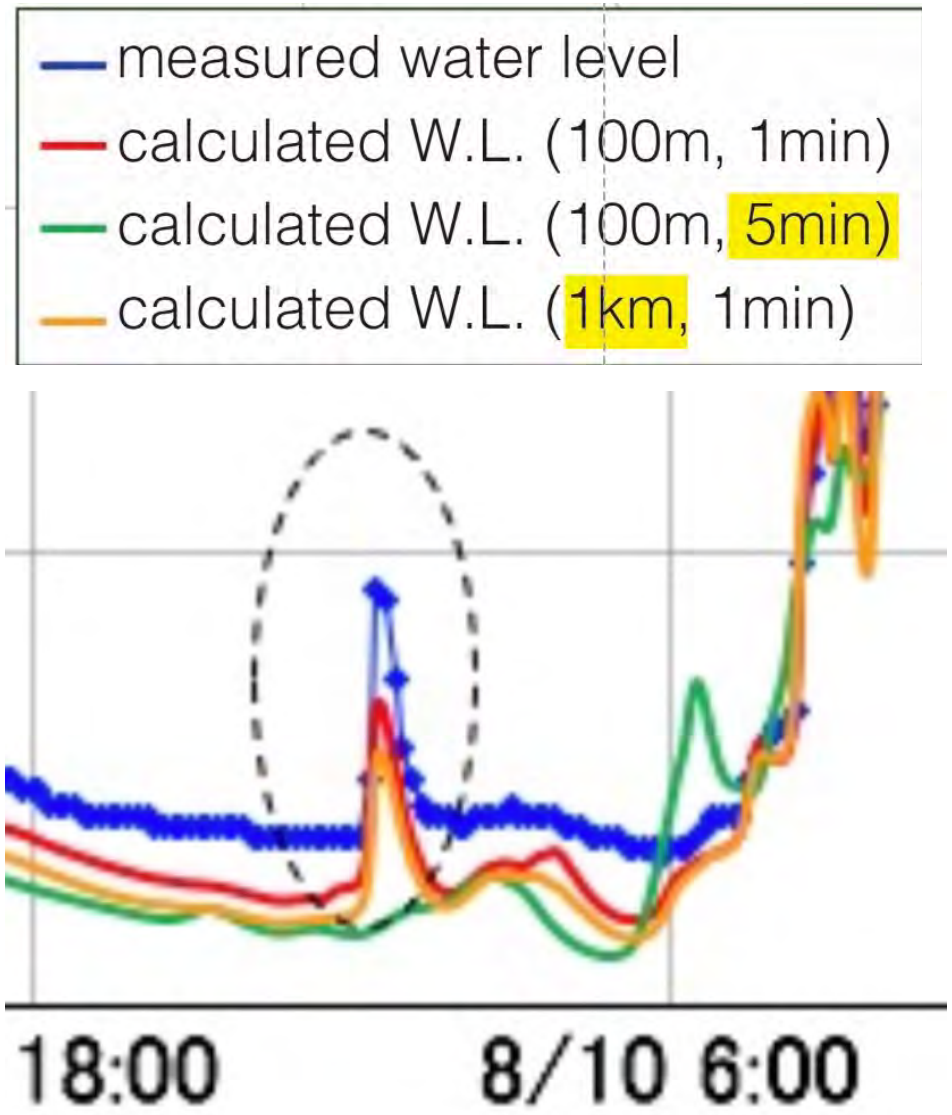


Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015)

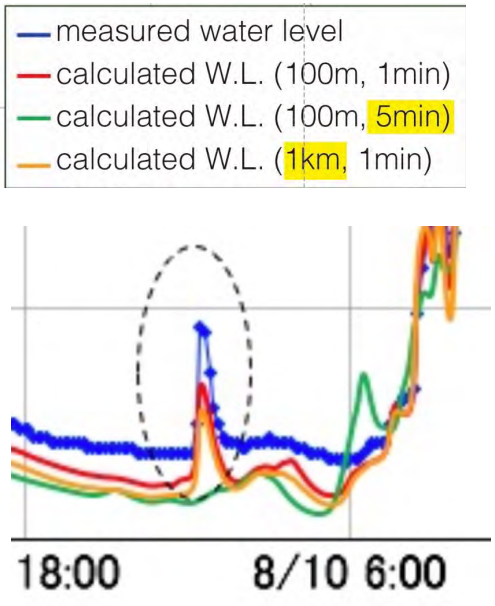
Whether temporal resolution or spatial resolution is more important?



Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015)



Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015)



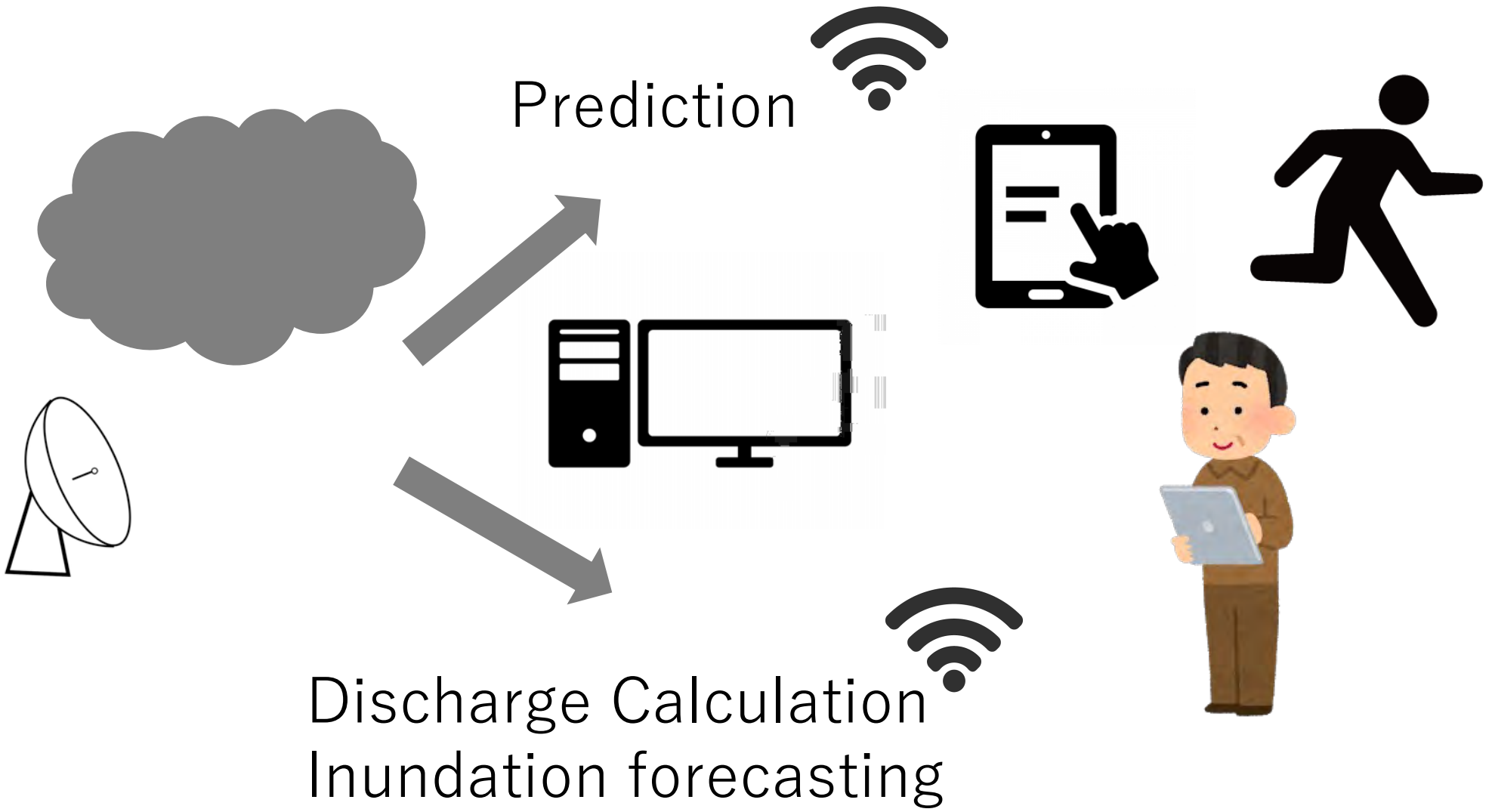
Temporal resolution is important for small river discharge calculation.

1min is better than 5min.

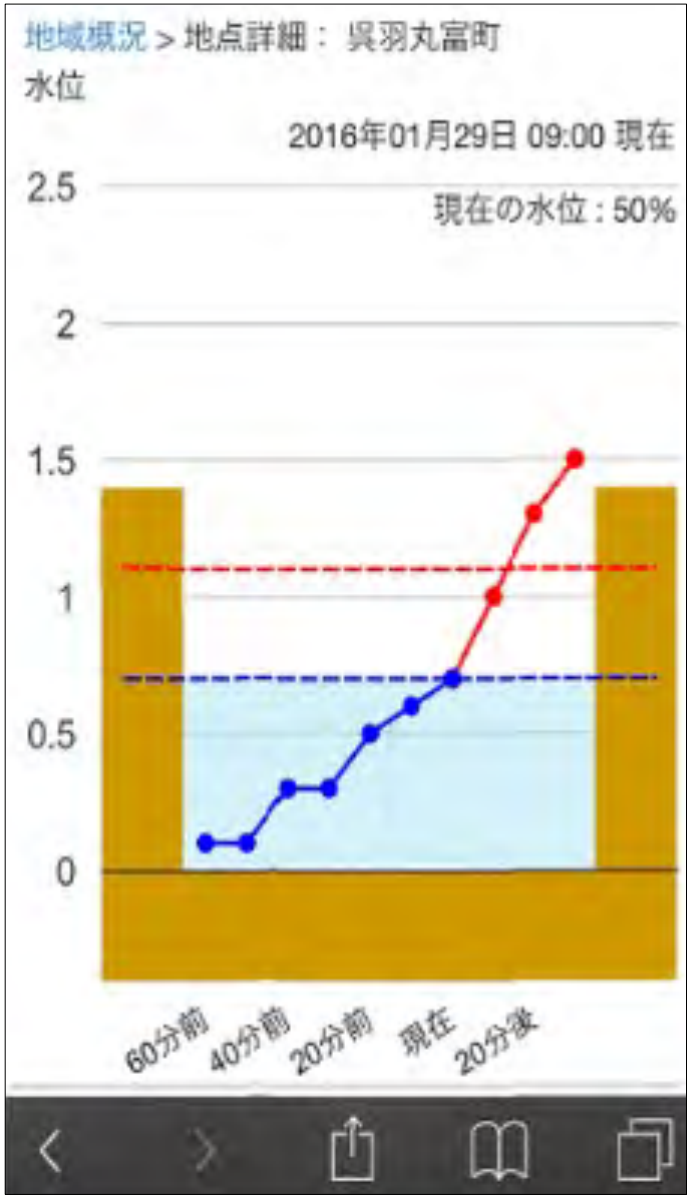
Ishigaki, Takaki, Oishi, Nakakita (2015)

Information sharing with citizens

- Tablet computer
- Local citizens who suffered from inundation for many years


Prediction
Discharge Calculation
Inundation forecasting

Display image



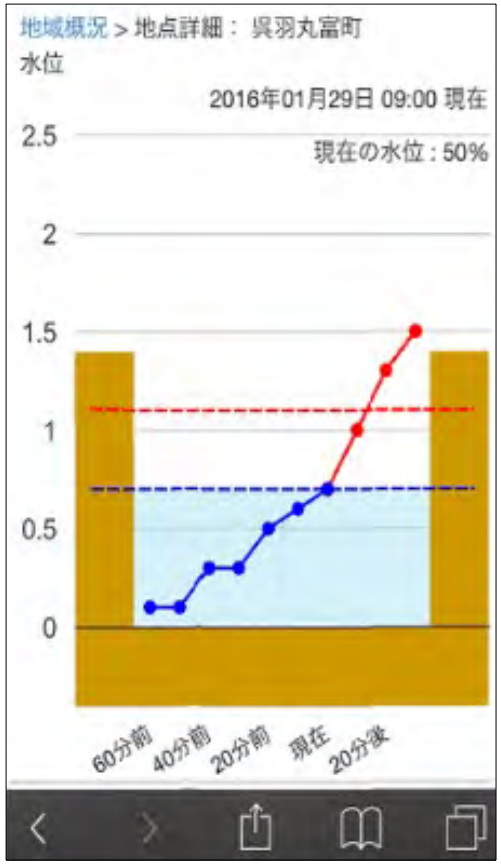
Water level at a point in the river

Previous

Forecasts

Display image

Inundation Forecast done by precise sewage pipe flow calculation


地域概況 > 地点詳細： 呉羽丸富町
水位
2016年01月29日 09:00 現在
現在の水位 : 50%
2.5
2
1.5
1
0.5
0
60分前
40分前
20分前
現在
20分後


地域概況 > 浸水予測マップ
浸水深 0~15cm（道路冠水）
別画面表示
浸水深15~45cm（床下浸水）
浸水深45cm以上（床上浸水）


小川やため池が…
多発する“記録的大雨”
都市に潜むリスク
LIVE
クロ現＋
奈良
撮影　視聴者
内水氾濫

Summary

- QPE, small river discharge, citizens' evacuation, sewage water management
- Application: objectives, targets, targets requirements
- Resolution: temporal resolution
- Necessity:

People did not know what they want before they get.

Thank you for your attention