

次世代スパコンと社会シミュレーション

伊藤 伸泰

Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering
The University of Tokyo
and RIKEN Advanced Institute for Computational Science

K computer: location



RIKEN AICS and K Computer

since 2011

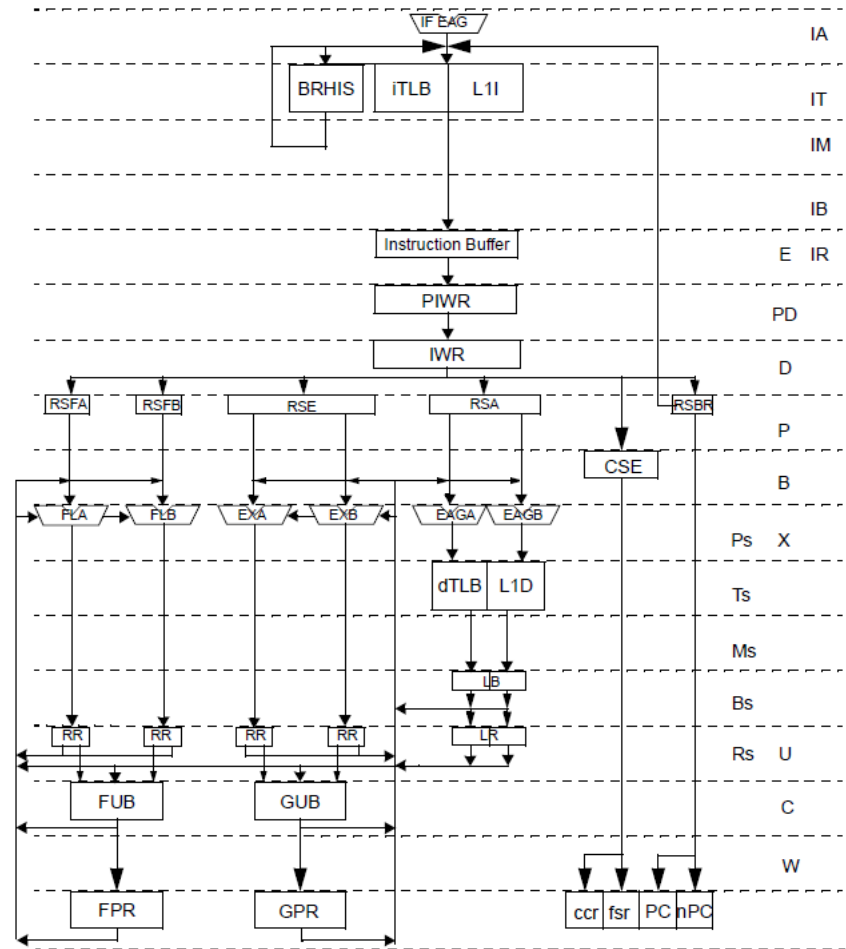
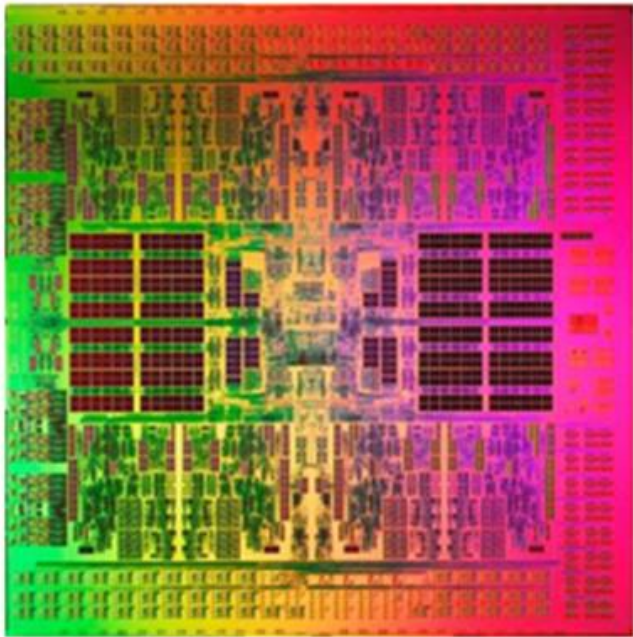


computer area: 10500m²
human area: 9000m²
cooling machine area: 1900m²

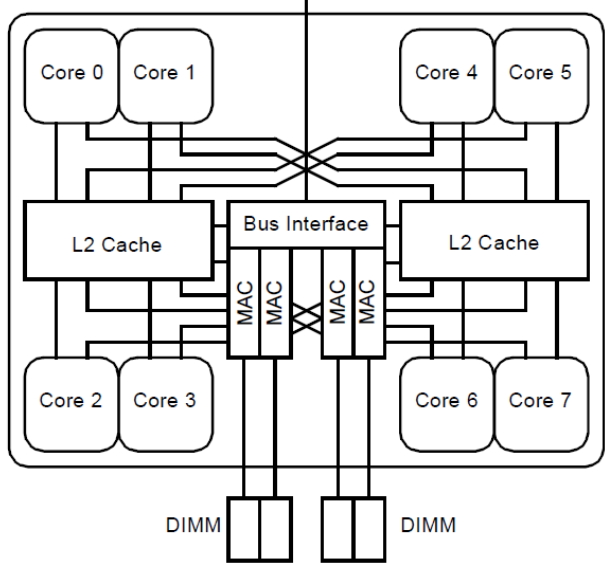
432 cabinets = 864 racks =
82,944 computation nodes + 5,184 I/O
nodes 216 disk racks
10.75PFLOPS, main memory
1.27PB, disk 11PB



CPU Sparc64 VIIIfx 2.0GHz 8 core 128GFLOPS



22.7mm × 22.6mm 45nm 0.76G transistors 58W



4 mul/add pipelines, 16 stages for instruction pipelines
 L1: 32KB for instructions, 32KB for data 1 line=128B
 L2: 6MB 12way associative, 1line=128B
 256 double-precision floating registers
 Memory: 16GB DDR3-SDRAM 64GB/sec

FIGURE 3-1 SPARC64 VIIIfx ブロック図

102 CPU per rack
 $24 \times 4 = 96$ computation node (=CPU)
+
6 I/O node (=CPU)

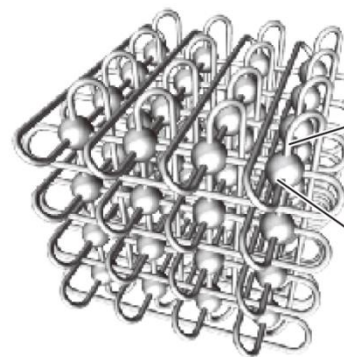
1 cabinet = 2 racks
16 node groups per cabinet (z axis)
a disk rack (57.6TB) per 2 cabinets

$24 (x \text{ axis }) \times 18 (y \text{ axis }) = 432$ cabinets

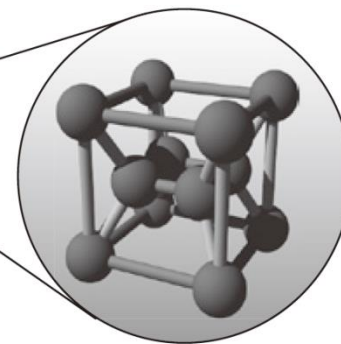


3D+3D cubic network
"Torus Fusion(Tofu)"
 $24 \times 18 \times 16$ of $2 \times 2 \times 3$ node groups

1 channel: 5GB/s send & receive
10 channel/node = 100GB/s * node



6次元メッシュ/トーラス



ノードグループ
node group

Commercial product of K: FUJITSU PRIMEHPC FX10

CPU: SPARC64 IXfx (236.5GFLOPS)

2 GFLOPS/W

up to 23.2 PFLOPS, 6PB with 98304 nodes

The screenshot shows the Fujitsu website for the PRIMEHPC FX10. The browser address bar shows the URL jp.fujitsu.com/solutions/hpc/products/primehpc/. The page features the Fujitsu logo, navigation menus for solutions, products, support, and company information, and a search bar. The breadcrumb trail is: ホーム > ITサービス、ソリューション > テクニカルコンピューティング > 製品・サービス > スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10. A sidebar on the left lists navigation options for the PRIMEHPC FX10: ハードウェア, ソフトウェア, 仕様, ダウンロード, and トピックス. The main content area displays the product name 'スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10' and a 3D rendering of the server racks. On the right, there is a contact section with an inquiry form, a phone number '0120-933-200', and contact hours: 9時~17時30分 (excluding weekends and holidays).

jp.fujitsu.com/solutions/hpc/products/primehpc/

Japan | 国・地域を変更

富士通サイト内検索

ソリューション&サービス | 製品 | サポート | 企業情報

ホーム > ITサービス、ソリューション > テクニカルコンピューティング > 製品・サービス > スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10

スーパーコンピュータ
PRIMEHPC FX10

- > ハードウェア
- > ソフトウェア
- > 仕様
- > ダウンロード
- > トピックス

スーパーコンピュータ
PRIMEHPC FX10

お問い合わせはこちら

入力フォーム →

当社はセキュリティ保護の観点からSSL技術を使用しております。

☎ 0120-933-200

富士通コンタクトライン(総合窓口)

受付時間 9時~17時30分
(土曜・日曜・祝日・当社指定の休業日を除く)

企業広告
「スーパーコンピュータ」シリーズ

AICS Laboratories: labs.aics.go.jp

System Software Research

Team

Team Leader



Programming Environment

Research Team

Team Leader



Computational Molecular Science Research Team

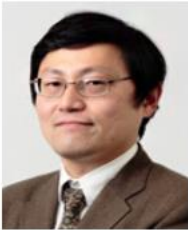
Team Leader

Takahito NAKAJIMA

Discrete Event Simulation Research Team

Team Leader

Nobuyasu ITO



Complex Phenomena Unified Simulation Research Team

Team Leader

Makoto Tsubokura



HPC Programming Framework Research Team

Team Leader

Naoya MARUYAMA



Computational Research

Team Leader
Seiji YUNO



Advanced Visualization Research Team

Team Leader

Kenji ONO



Data Assimilation Research Team

Team Leader

Takemasa Miyoshi



Particle Simulation

Team Leader
Junichiro



Computational Chemistry Research Unit

Research Unit Leader

Computational Structural Biology Research Unit

Unit Leader

Florence TAMA



Computational Disaster Mitigation and Reduction Research Unit

Unit Leader

Muneo HORI

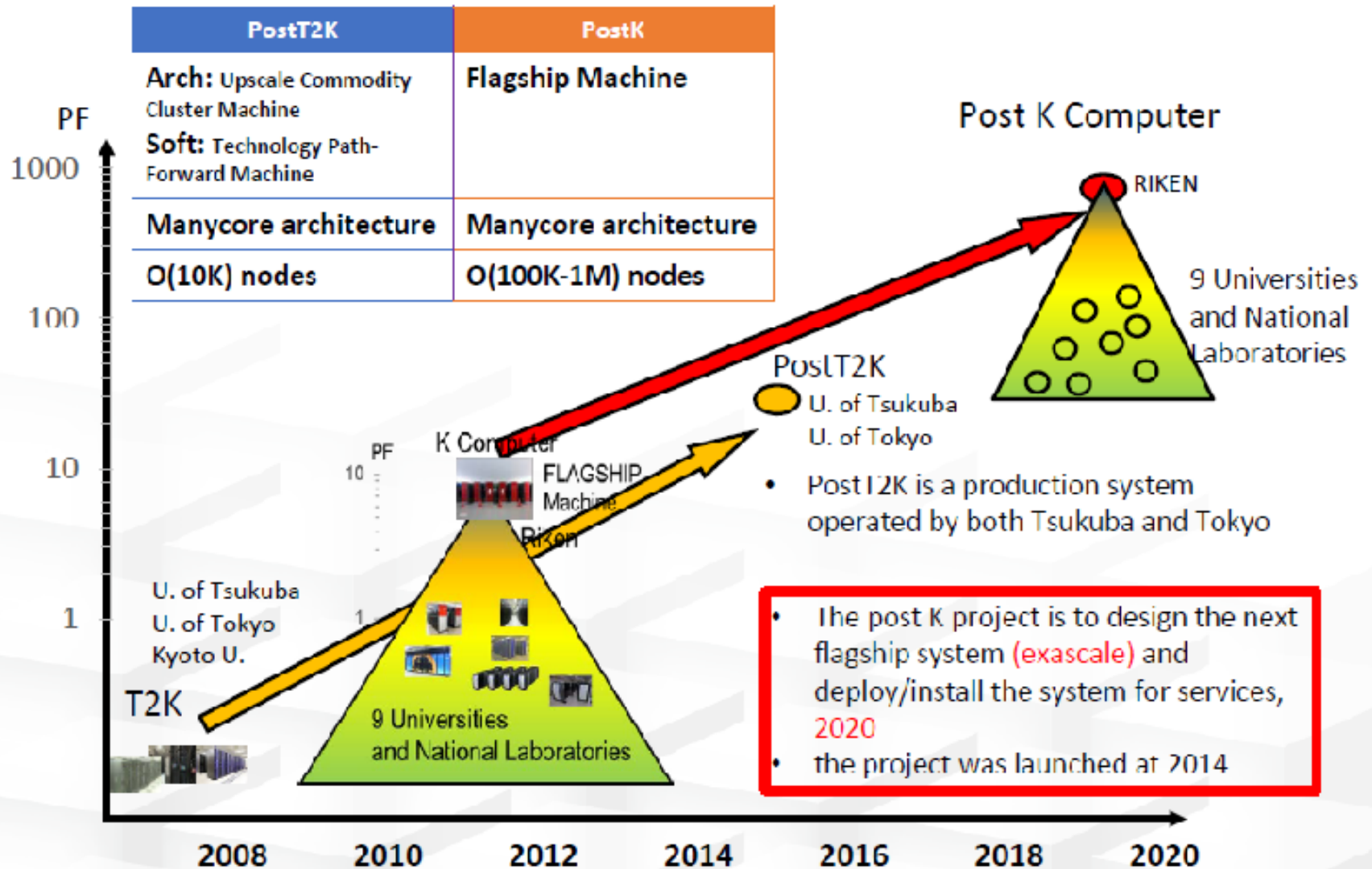


photo_hirao

photo_maeda

Flagship 2020 Project

Towards the Next Flagship Machine



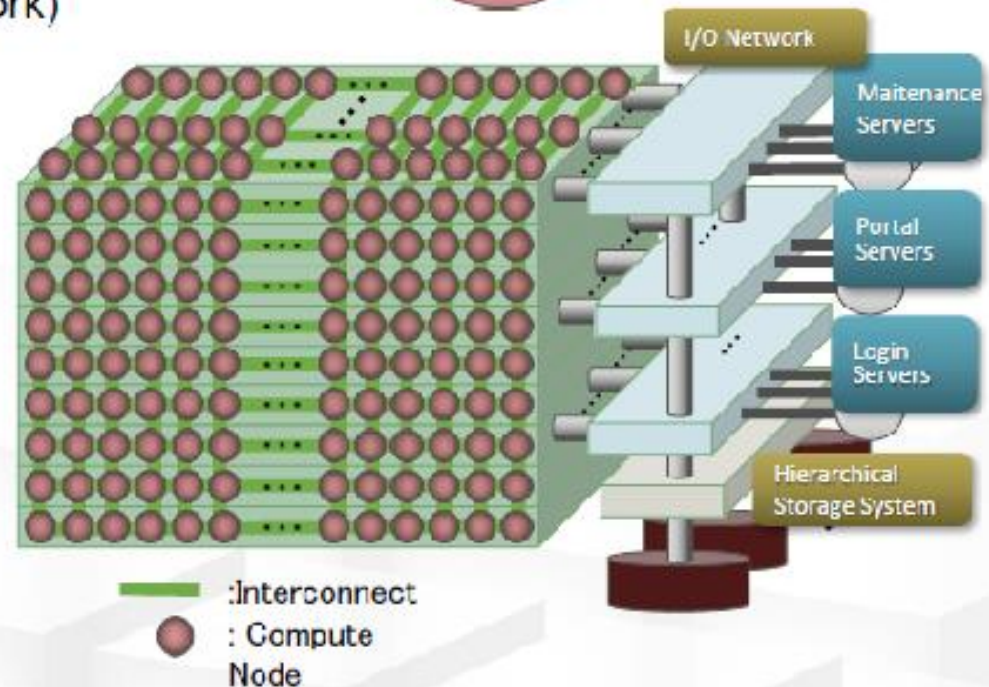
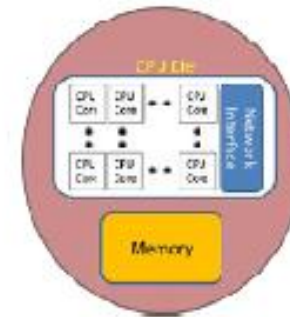
Supercomputer Centers located at Japanese Universities

Fiscal Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Hokkaido	Hitachi SR16000/M1 (172 TF, 22TB) Cloud System Hitachi B92000 (44TF, 14TB)					10+ PF 1.5 MW			100 PF 2 MW				
Tohoku	NEC SX-9 + Exp5800 (311F)			~1PF, ~1PB/s, ~2MW			30+PF, 30+PB/s, ~5.5MW(max)						
Tsukuba	HA-PACS (800 TF) (Manycore system) (700+ TF)					-50 PF 2MW							
Tokyo	T2K Today (140 TF) Fujitsu FX10 (1PFlops, 150TiB, 408 TB/s), Hitachi SR16000/M1 (54.9 TF, 10.9 TiB, 5.376 TB/s)					Post T2K 30+ PF 4MW			100+ PF 4MW				
Tokyo Tech.	Tsubame 2.0 (2.4PF, 971B, 741 TB/s) 1.8MW		Tsubame 2.5 (5.7 PF, 110+ TB, 1190 TB/s), 1.8MW		Tsubame 3.0 (20~30 PF, 2~6PB/s) 1.8MW (Max 3MW)			Tsubame 4.0 (100~200 PF, 20~40PB/s), 2.3~1.8MW (Max 3MW)					
Nagoya	Fujitsu M9000(3.81F, 11B/s), IIX500(25.6TF, 6.6TD/s), FX1(30.7TF, 30 TB/s)		Fujitsu FX10 (90.8TF, 31.8 TD/s), CX400(470.6TF, 55 TD/s) Upgrade (3.6PF) 3MW			50-100 PF 4MW		100~200 PF					
Kyoto	Cray XE6 (300TF, 92.6TB/s), GreenBlade 8000 (243TF, 61.5 TB/s)			Cray XC30 (400TF) 600TF		6-10 PF 1.8 MW			100+ PF 1.8-2.4 MW				
Osaka	SX-8 + SX-9 (21.7 TF, 3.3 TB, 50.4 TB/s)			500+ TB/s 1.2 MW								5+ PB/s 1.8 MW	
Kyushu	Hitachi SR1600(25TF)		Hitachi HA8000tc/ Xeon Phi (121F, 242 TB), SR18000(8.2TF, 6 TB)			5-10 PF		100-150 PF					
	Fujitsu FX10(270TF)+FX10相当(180TF), CX400/GP/GPU (766TF, 183 TD)				2.0MW		10-20 PF		2.6MW		3MW		

- ✓ CPU
 - Many-core with Interconnect interface integrated on chip
 - Power Knob feature for saving power
- ✓ Interconnect
 - TOFU (mesh/torus network)

Co-design may include:

- Compute Node Features
 - Core architecture, FP performance
 - Memory hierarchy, control, capacity, and bandwidth
- Network Performance
- I/O Performance



Each CPU node : a few TFLOPS with tens of cores (a few tens GFLOPS per core)

→ **1 EFLOPS: a few tens million cores**

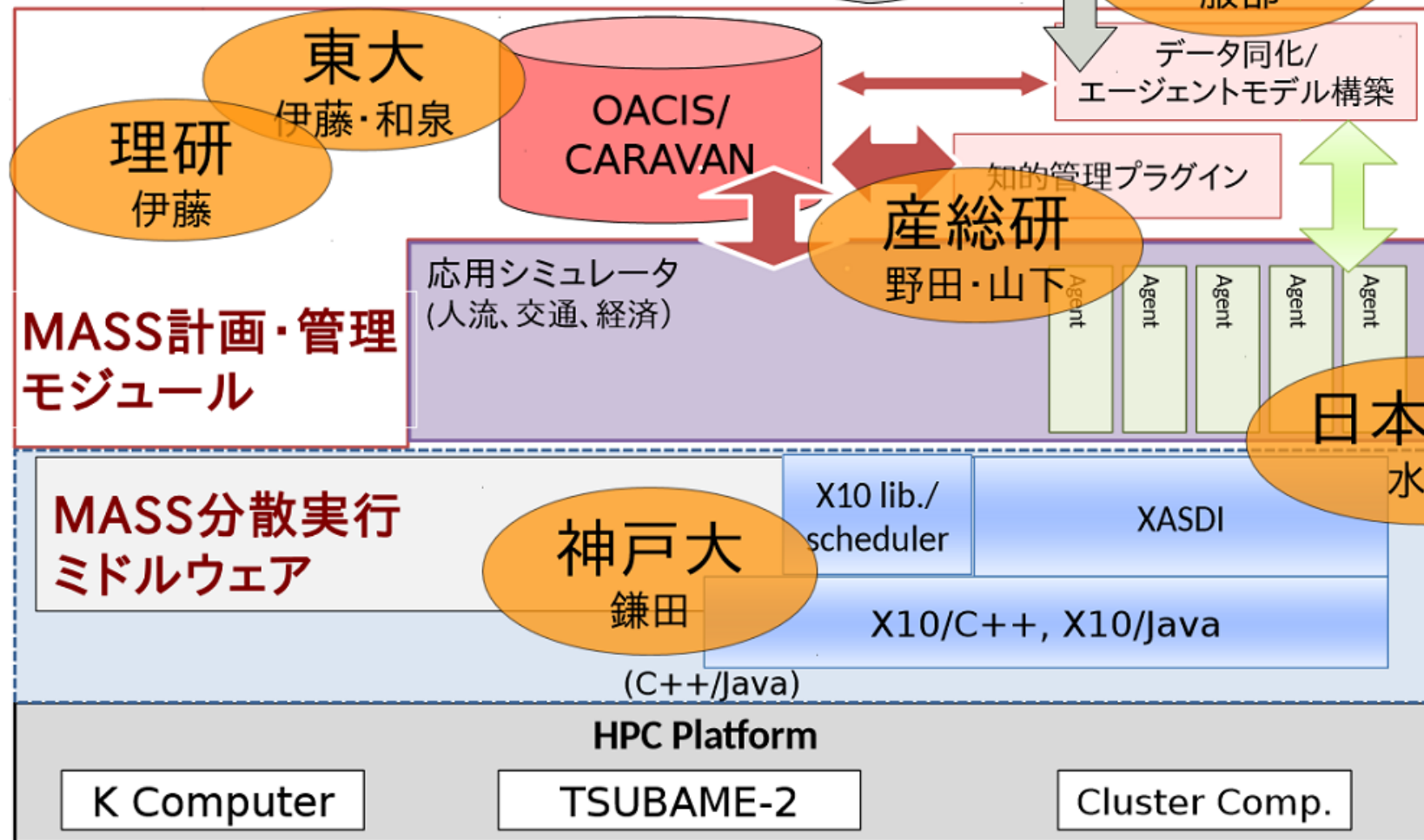
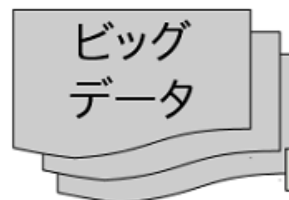
Project CASSIA

体制

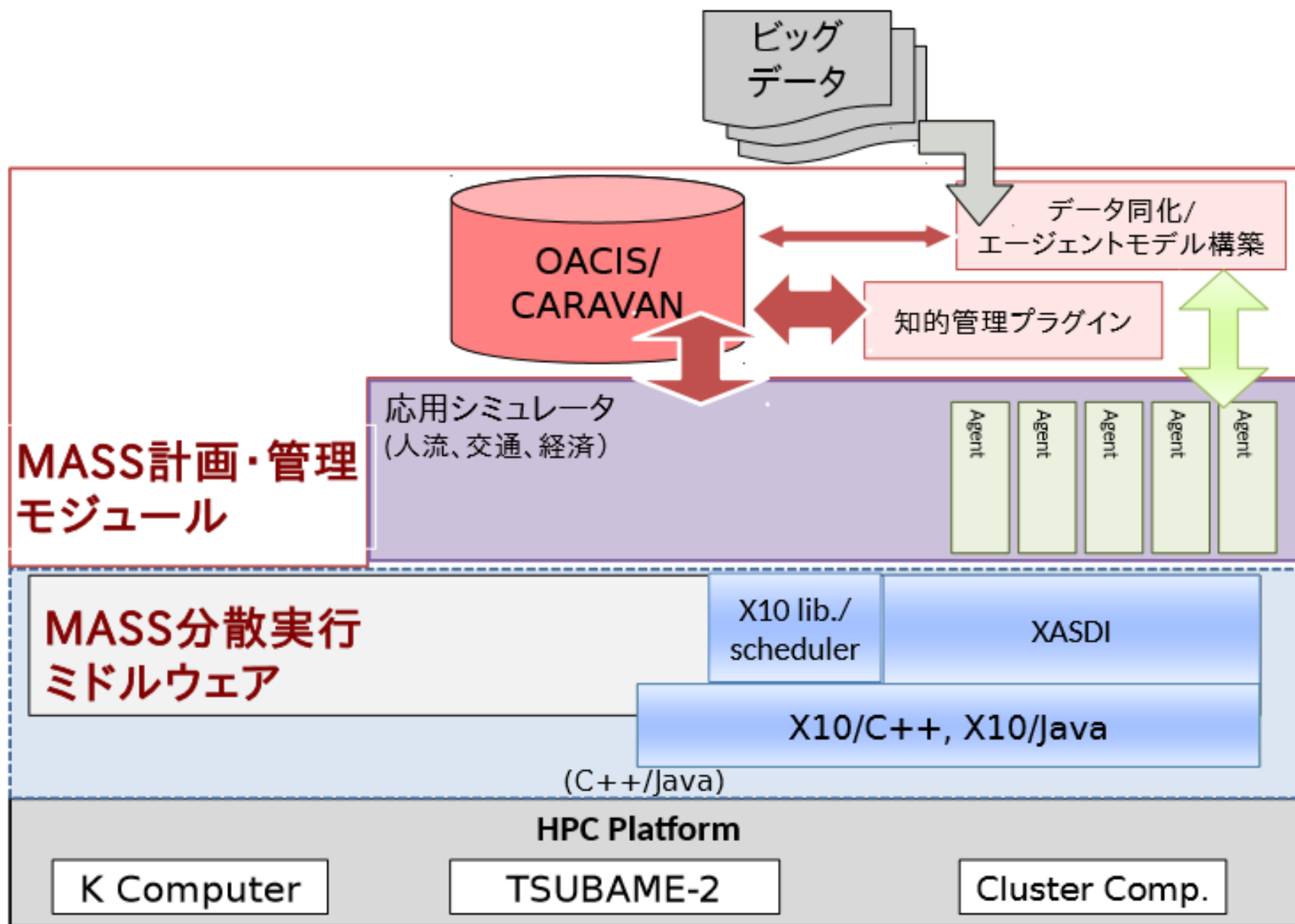
(研究代表者)
産業技術総合研究所
野田五十樹

超大並列計算機による
社会現象シミュレーションの
管理・実行フレームワーク

JST CREST
2012年-2017年



フレームワーク



複数の社会経済現象の相互作用のモデル構築とその応用研究 (多層マルチ時空間スケール社会・経済シミュレーション技術の研究・開発) 代表者: 理化学研究所・伊藤伸泰

ポスト京萌芽課題 2016年-2019年

目標

社会経済現象では、多様なサブシステムが多層的に相互作用し合いつつ、時間的にも空間的にも異なったスケールの事象が不可分となっている。こうした現象を事象の因果を明確にしつつ予測し制御できるようになるためには、現象の発展を記述する動学的モデルが必要となり、モデルをシミュレートするコンピュータが必要となる。これまでに「京」により経済現象や交通現象に関わるサブシステムのシミュレーション技術が開発されてきた。本研究は、ポスト「京」に向けて複数のサブシステムの相互作用モデルを構築し、社会経済現象上の課題を予測し制御する技術を開発することを目標とする。

サブ課題と実施体制

サブ課題A マクロ経済シミュレーション

兵庫県立大学 責任者 藤原義久 実施者 井上寛康	実施者 理化学研究所 庄司文由・寺井優晃・南一生 京都大学 青山秀明・池田裕一 新潟大学 家富洋 日本大学 相馬亙 立正大学 吉川洋 経済産業研究所 齊藤有希子・荒田禎之
協力機関 (株) シーエムディーラボ マルケ州立大学 ボストン大学 キール大学 パレルモ大学	経済ネットワークシミュレーター 経済危機予測システム

経済ネットワーク上での経済変動の同期的な運動やその伝播をモデル化し、現実経済ビッグデータに基づく数百万の経済主体を表現し、様々なシナリオをアンサンブルとしてシミュレートする。

サブ課題B 企業ネットワークシミュレーション

東京工業大学 責任者 高安 美佐子	協力機関 コロンビア大学 パーイラン大学 インペリアルカレッジロンドン (株) 帝国データバンク社
経済活動・GDP シミュレーションアプリ	

企業間の取引関係のネットワークデータを使い取引金額を推定する重力型方程式を高速で解くアルゴリズムを開発し、実装する。また、企業ネットワークの生成モデルであるMiura-Takayasu-Takayasuモデルと組み合わせて、企業の売上の分布や変動の基本的な特性が再現されることを確認する。

サブ課題C 金融シミュレーション

東京大学 責任者 和泉 潔	神戸大学 実施者 鎌田 十三郎
協力機関 日本取引所グループ	
金融システムシミュレーションアプリ	

TOPIX100構成銘柄等の大型銘柄と数十行の大規模銀行を対象を絞り、協力機関から提供された実際の市場データや銀行間データの分析結果を基に、金融市場モデルと銀行間ネットワークの統合モデルのメカニズムを設計する。

代表機関 理化学研究所
 研究代表者 伊藤 伸泰

京コンピュータの社会シミュレーション分野への応用技術をさらにポスト京技術に向け、各サブ課題研究と連携する。さらにはポスト京の先の計算機科学への手掛かりを探る。

サブ課題D 交通・人流シミュレーション

産業技術総合研究所 責任者 野田 五十樹	海洋研究開発機構 実施者 浅野 俊幸 立命館大学 実施者 服部 宏充 東京大学 実施者 藤井 秀樹
自動車交通・災害避難シミュレーションアプリ	
協力機関 千葉大学 京都市京都未来交通イノベーション研究機構 岡山県警察交通管制センター NECシステムプラットフォーム研究所	

異なる時空間スケールや対象ごとに構築されきた交通・人流シミュレーションについて、各々のシミュレーションの網羅的シミュレーションの結果を相互に分析・再構成する枠組みを構築する。この目標に向け、他の参画機関と協力しながら、複数のスケール/モデルにおいて、様々な条件でのシミュレーションを行い、主としてシミュレーション境界における結果について対応関係を分析し、異なるモデル間でのデータのすり合わせや同化する手法について、機械学習の手法などをとて開発に着手する。

サブ課題E 社会・経済シミュレーションモデルの評価手法の開発

神戸大学 責任者 上東 貴志 実施者 鎌田 十三郎 協力者 横川三津夫・谷口隆晴	東京大学 実施者 池上 高志 理化学研究所 実施者 伊藤 伸泰
モデル評価・パラメータ探索アプリ	
協力機関 筑波大学	

近似ベイズ計算はじめ、社会現象のシミュレーションモデルを評価する技術の開発に向け、状態空間モデルの並列化シミュレーション、ダイナミック・プログラミング等の伝統的な最適化手法から神経回路網モデルをはじめとする人工知能系技術による特徴抽出技術を応用し、モデルの並列化計算・シミュレーション等を行う。

Job scale on HPC

	class A	class B	class C	class D
# of jobs	$10^0 \sim 10^2$	$10^3 \sim 10^5$	$10^6 \sim 10^9$	$10^{10} \sim$
# operations/job <small>(10^2s, 実行効率10%)</small>	$10^{19} \sim 10^{17}$	$10^{16} \sim 10^{14}$	$10^{13} \sim 10^{10}$	$10^9 \sim$
flops/job <small>(総flops値を10^{18}と仮定)</small>	$10^{18} \sim 10^{16}$	$10^{15} \sim 10^{13}$	$10^{12} \sim 10^9$	$10^8 \sim$
# of cores/job <small>(10Gflops/coreと仮定)</small>	$10^8 \sim 10^6$	$10^5 \sim 10^3$	$10^2 \sim 10^{-1}$	$10^{-2} \sim$
framework	capability computing	OACIS xcrypt	CARAVAN Map-Reduce	capacity computing
job granularity	MPI並列	MPI並列	各ジョブはSMP並列	関数レベル
output data/job	~ 1TB	~ 1GB	~ 1kB <small>(保存容量はMB)</small>	~ 100B <small>(保存は行わない)</small>
結果の見方	目視	目視 or 統計 <small>(効率的な閲覧機能が必要)</small>	統計 <small>(多変量解析、機械学習)</small>	統計 <small>(統計量や最適値の計算)</small>
typical application	stencil computation	replica exchange MC climate data assimilation	genome sequencing	MCMC optimization
social simulation	N/A	city traffic trade of single stock	metropolitan traffic whole stock market	data driven modeling machine learning/AI

← capability

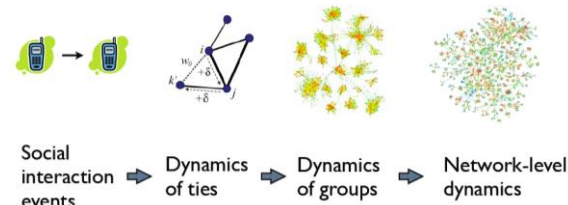
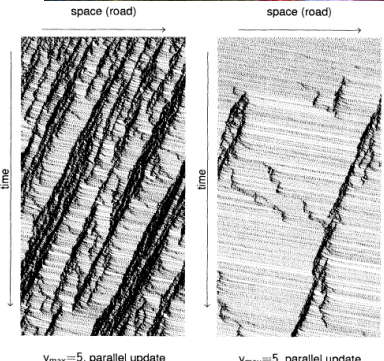
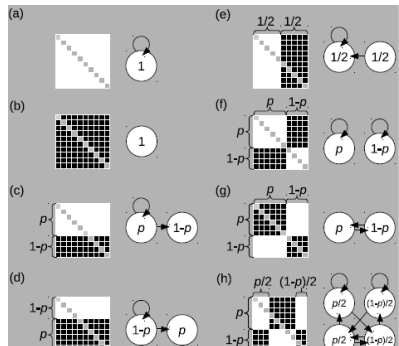
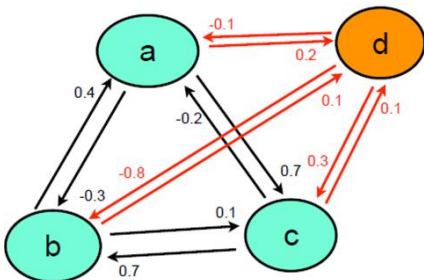
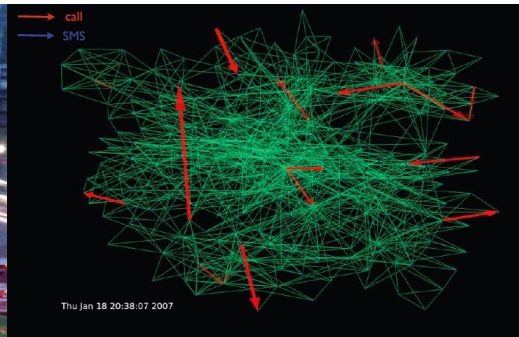
capacity →

Our world



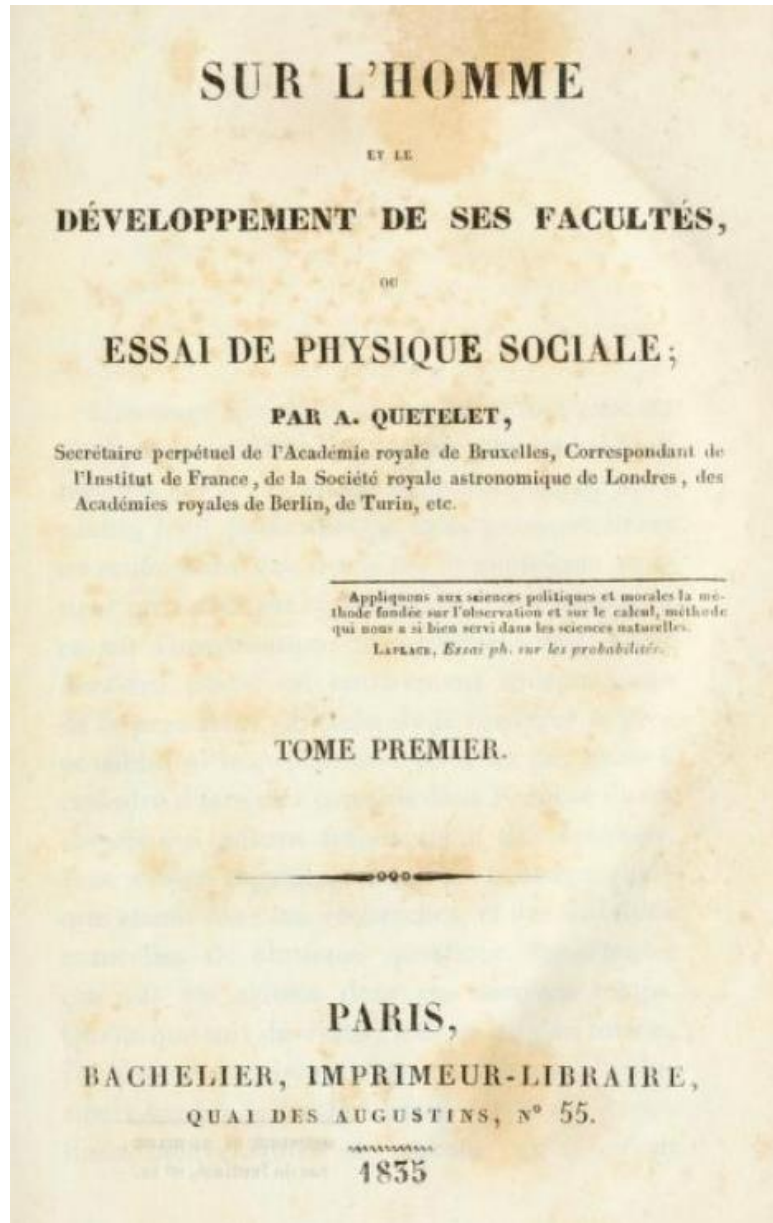
= **physical earth**
 geology, geography, climate, ...

+ **social earth**
 human and life activities
 transportation
 economic activity
 social relations



Social Simulation → Social Physics

Lambert Adolphe Jacques Quételet
(1796 Feb. 22 – 1874 Feb. 17)



simulation

“big” data mining

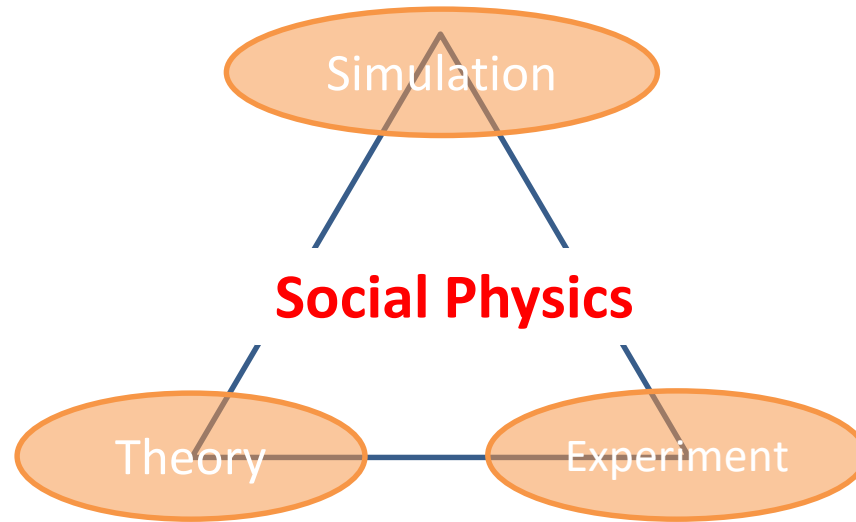
machine learning(AI)...

→ Traffic flow (1980~)

Econophysics (1995~)

Sociophysics (2000~) ...

Huge degree of freedom
Non-analytic, discrete models



Not established
No principle, phenomenological
Not unique
Context dependent

Hard, but not impossible
(cf cosmology)
Limited number of sample

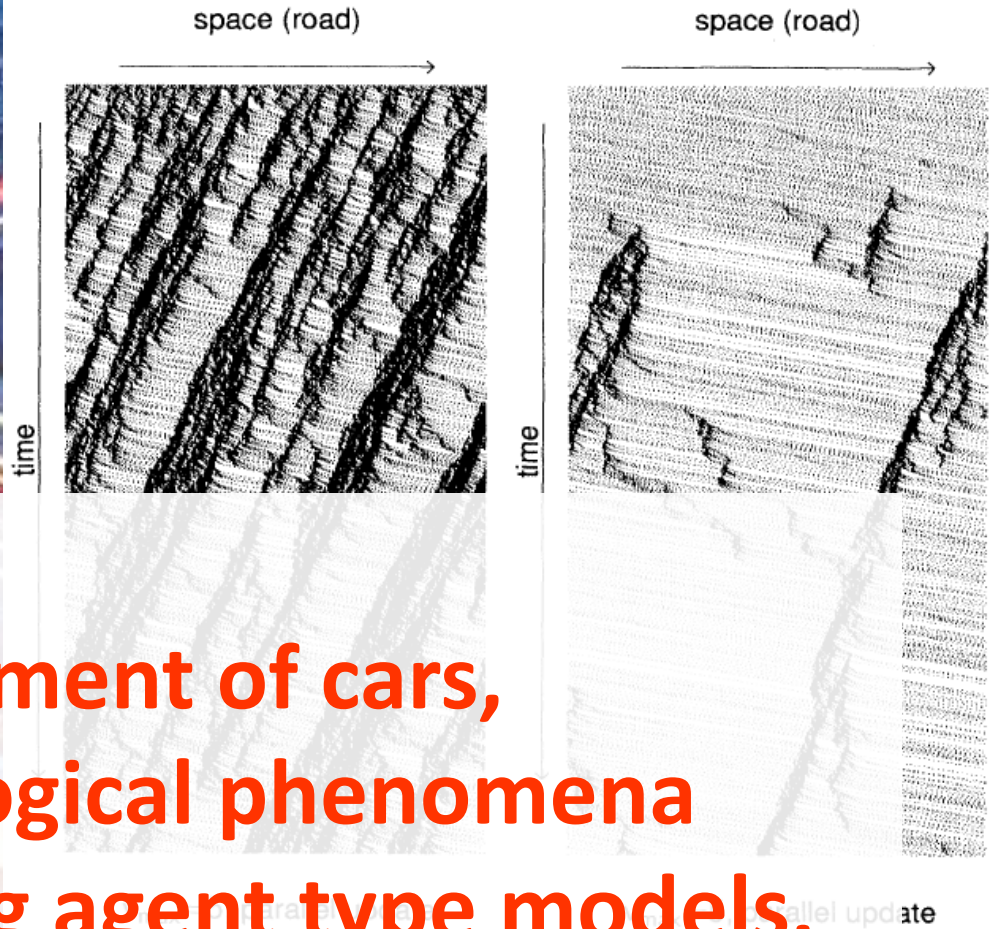
In addition, social system is
not stationary, not optimal,
and comprises with
hysteresis,
various inconsistent fitnessfunction.

スパコンを活用した

- ・ モデル開発
- ・ ソフトウェア開発
- ・ パラメータ探索



**Big success
of dynamical treatment of cars,
or other sociological phenomena
using agent type models.**



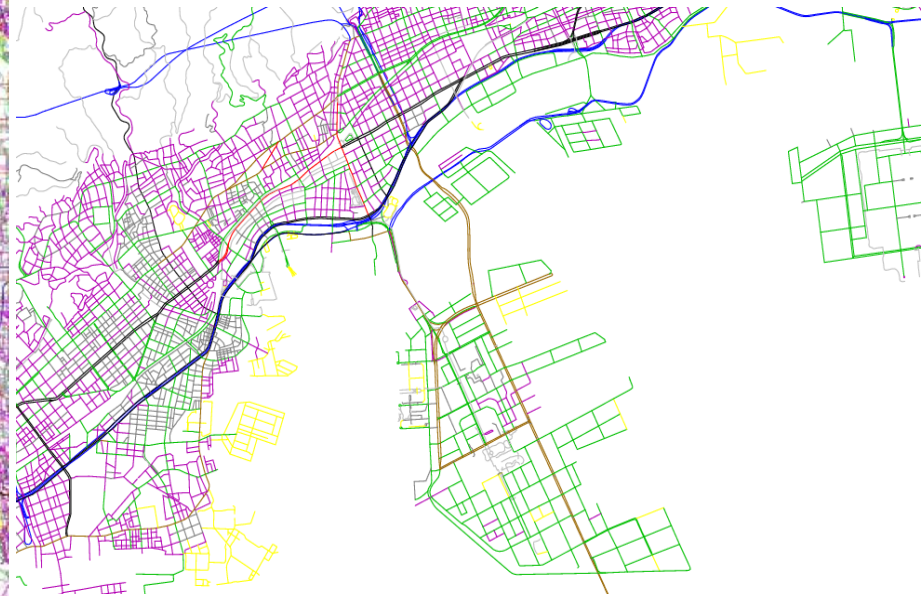
(1) *Acceleration.* If the velocity v of a vehicle is lower than v_{\max} , the speed is advanced by one ($v = v + 1$).

(2) *Slowing down (due to other cars).* If the distance d to the next car ahead is not larger than v ($d \leq v$), the speed is reduced to $d - 1$ ($v = d - 1$).

(3) *Randomization.* With probability p , the velocity of a vehicle (if greater than zero) is decreased by one ($v = v - 1$).

(4) *Car motion.* Each vehicle is advanced v sites.

M. Schreckenberg,
A. Schadschneider,
K. Nagel and N. Ito,
Phys. Rev. E51 (1995)
2939



Road network in Japan

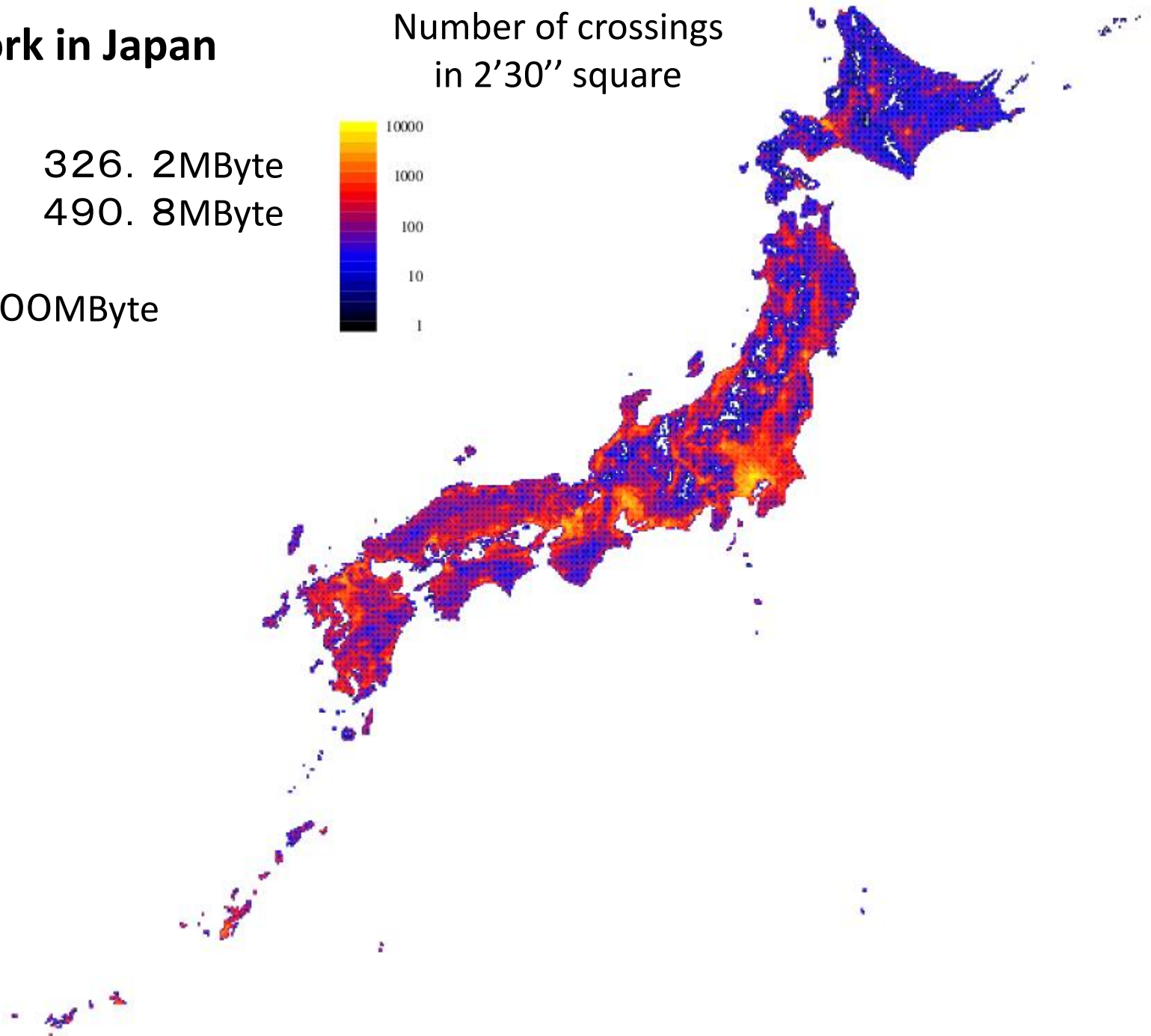
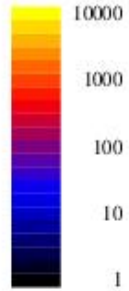
Crossing.dat 326. 2MByte
Road.dat 490. 8MByte

totally about 900MByte

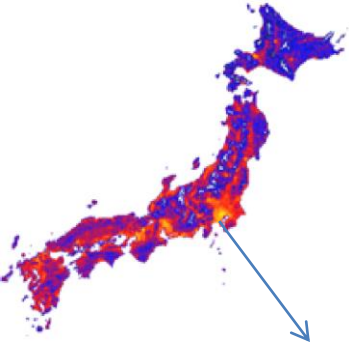


Map.ps

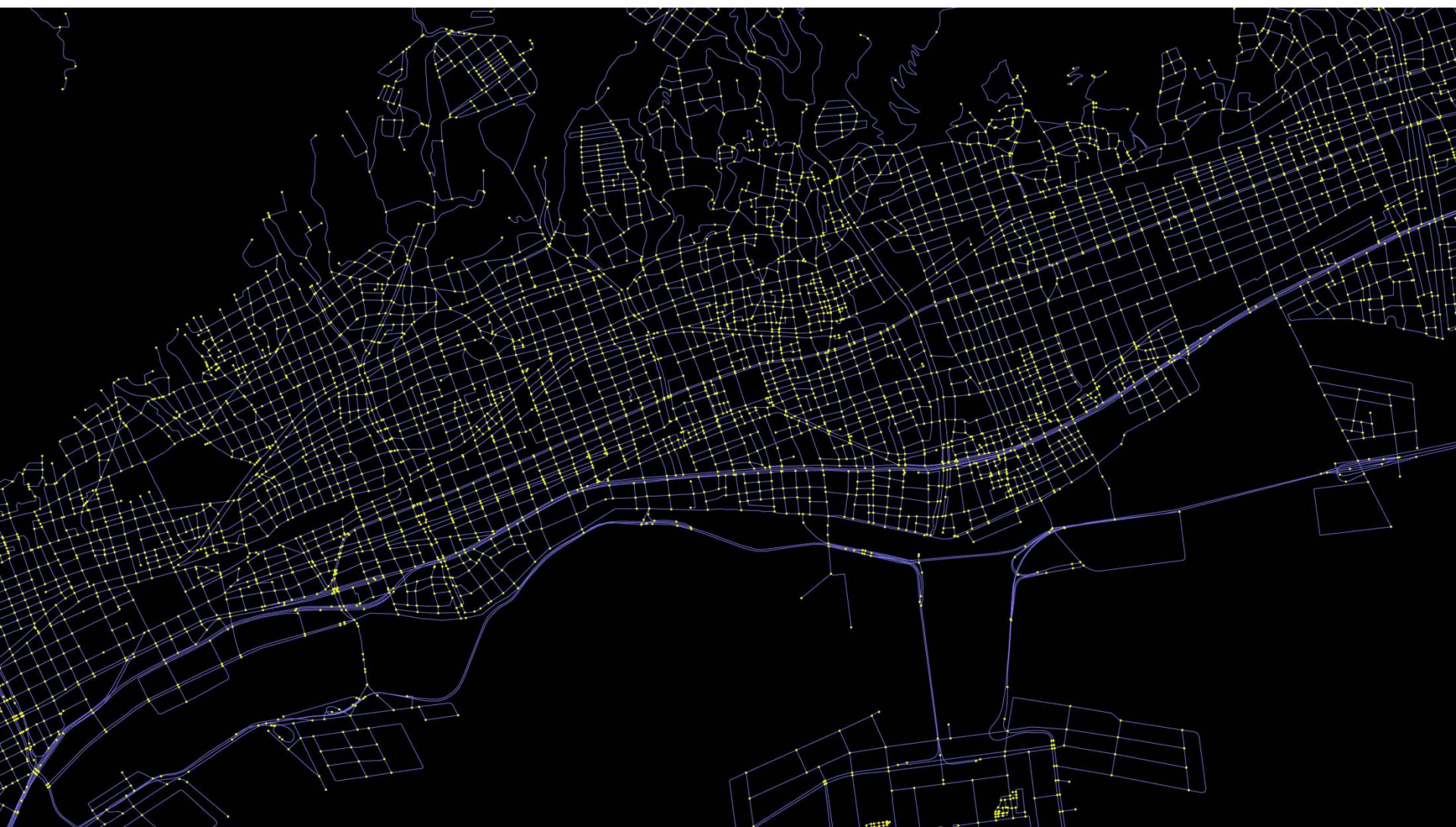
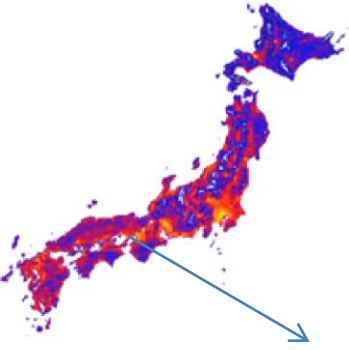
Number of crossings
in 2'30" square



Tokyo central



神戸市中心部



Traffic simulation on road network in Japan on the K computer

Strong scaling
(up to quarter nodes)

Open Street Map

Crossing Count: 5,887,609

Road Count: 8,143,352

total length: 1,284,452 Km

car number: 11,775,218

$\Delta t=0.01\text{sec}$

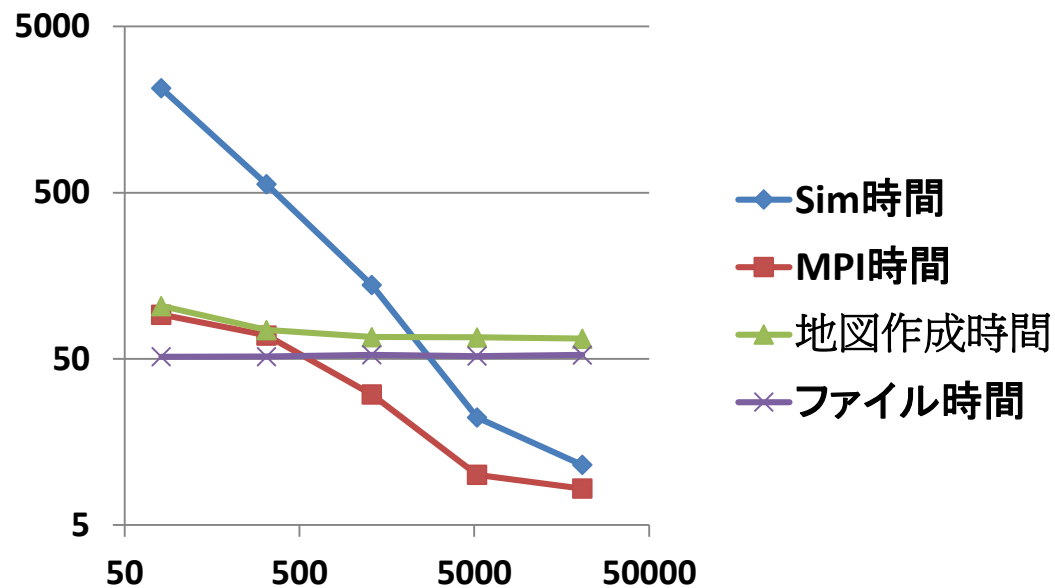
for 100 sec(10,000steps)

→ 2,0736 ndoes:

elapse for car movement 11.5 sec

(including MPI 8.3 sec)

initialization: file I/O: 51 – 52 sec



Number of nodes	Simulation time(s)	MPI time (s)	Preprocessing (s)	File input(s)	Update speed (MUPS)	speed per node(MUPS)	Elapsed Time	Memory per node
81	2122.727044	92.282358	104.106949	51.497063	55.472125	0.684841049	2239	2596.4
324	561.679519	69.120104	74.593487	51.609969	209.643001	0.647046299	651	1540.4
1296	139.1762	30.541476	67.608539	52.926513	846.065493	0.652828313	212	1284.4
5184	22.183964	10.024689	67.302202	52.005345	5307.986367	1.023917123	117	1220.4
20736	11.521264	8.288863	66.103649	52.835504	10220.42196	0.492883003	192	1252.4

Global road network

Rome



Traffic simulation of global road network^秒

**Strong scaling on the K computer
(up to quarter nodes)**

Open Street Map

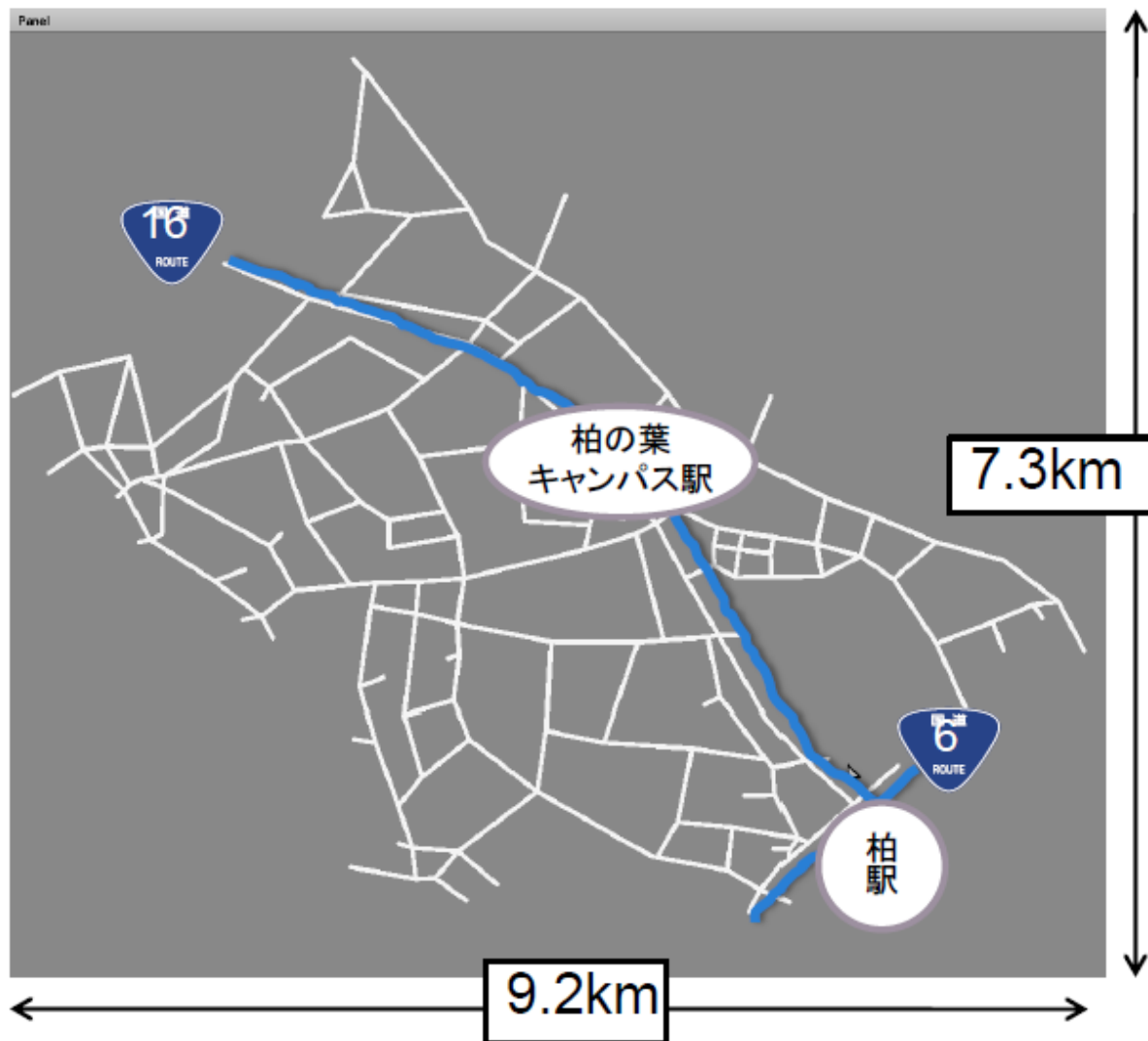
Crossing Count: **79,441,144**
Road Count: **104,743,486**
total length: **30,887,952Km**
car number: **100,000,000**

**$\Delta t=0.01\text{sec}$
for 100 sec(10,000steps)**

→ 20,736 nodes:
 elapse for car movement 116 sec
 (including MPI 41 sec)
 initialization: file I/O: 561 sec

The K computer realizes **realtime simulation of global traffic .**

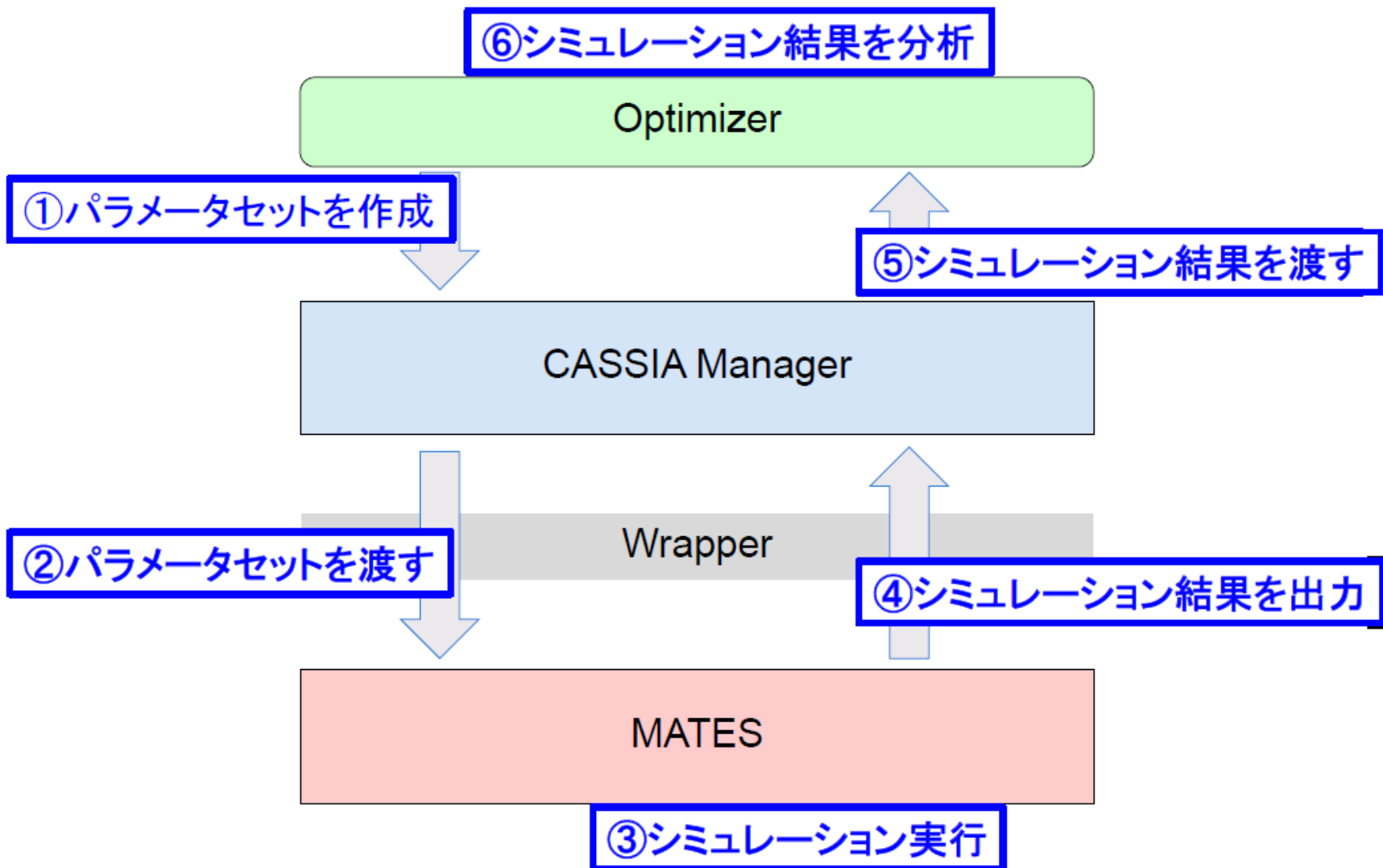
柏北西部道路ネットワーク(**KASHIWA2**)



交差点数:117

※信号現示データ, OD交通量推定
のためのリンク交通量データは
警察, 柏市から提供していただいた

MATES on OACIS



GA

- Mates

- Parameter

- dt_1, dt_2

- Output

- Average vehicle distance

- GA

- Population

- chromosome

- Real value vector

- Fitness

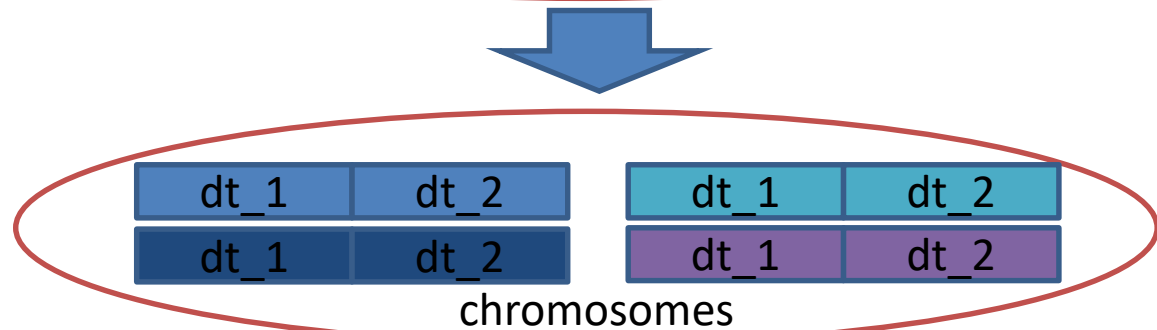
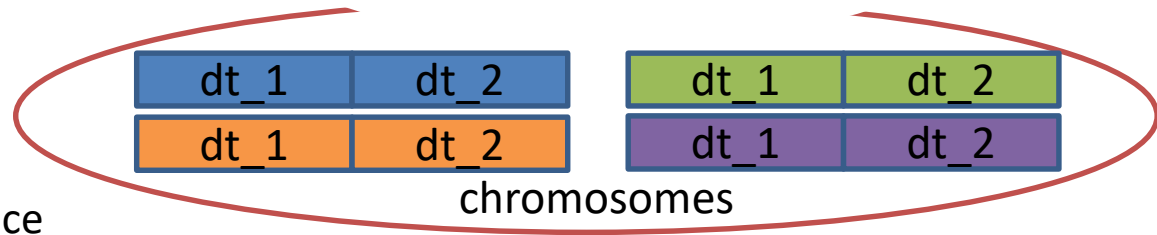
- Minimize "verage vehicle distance"

- Operation

- Crossover:1 point

- mutation

Population



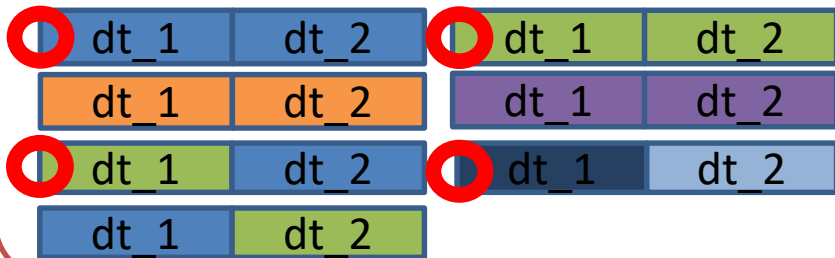
遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm)

Population



chromosomes

Selection



Children

Crossover



Mutation

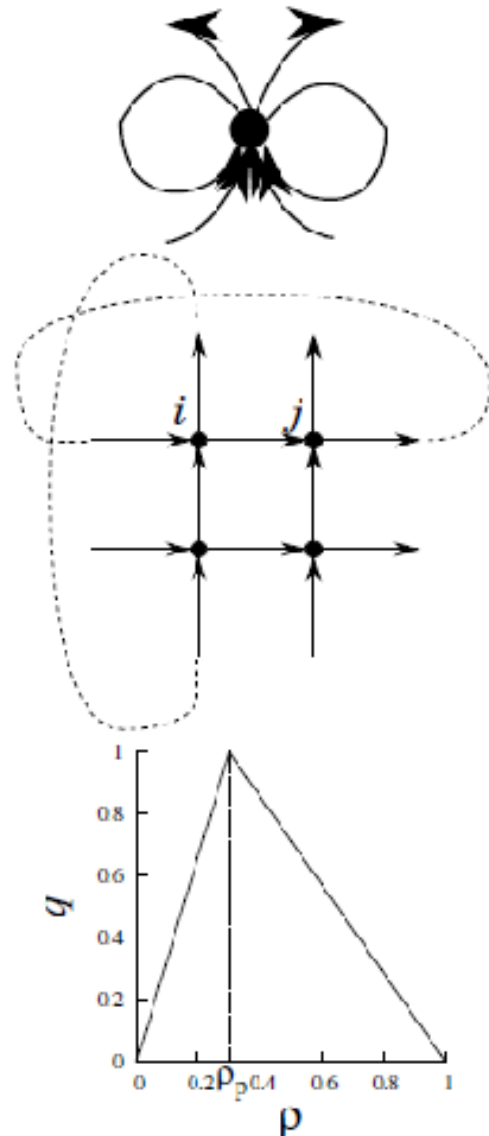


New Population



chromosomes

Model

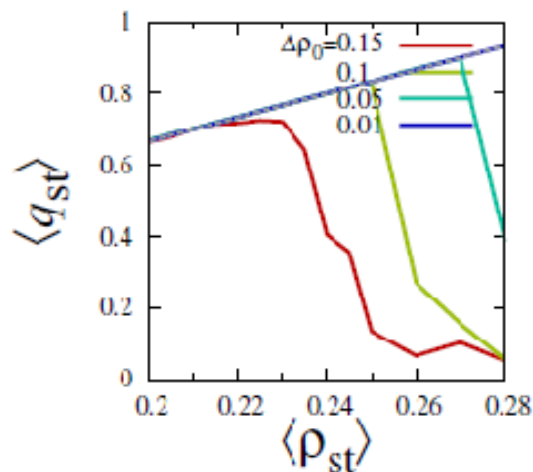
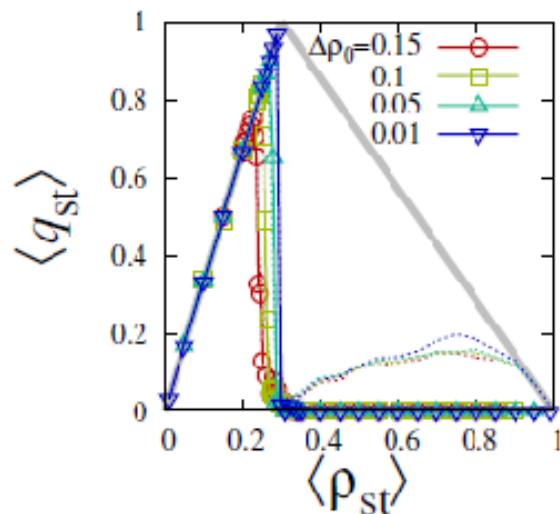


- Strongly connected unidirectional graph w/ N vertices and N_{street} edges
 - N_{street} -bin (1 vertex and N_{street} edges)
 - grid graph w/ $N_x \times N_y$ vertices
 - vehicles go only northward or eastward
 - periodic boundary condition
- Vehicle density $0 \leq \rho_{i \rightarrow j} \leq 1$ and flow rate $0 \leq q_{i \rightarrow j} \leq 1$ on each edge $i \rightarrow j$
 - fundamental diagram on $i \rightarrow j$

$$q(\rho) = \begin{cases} v\rho & \text{if } \rho < \rho_p - 1/v \\ w(1 - \rho) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$w = (1 - \rho_p)^{-1} = (1 - 1/v)^{-1}$$

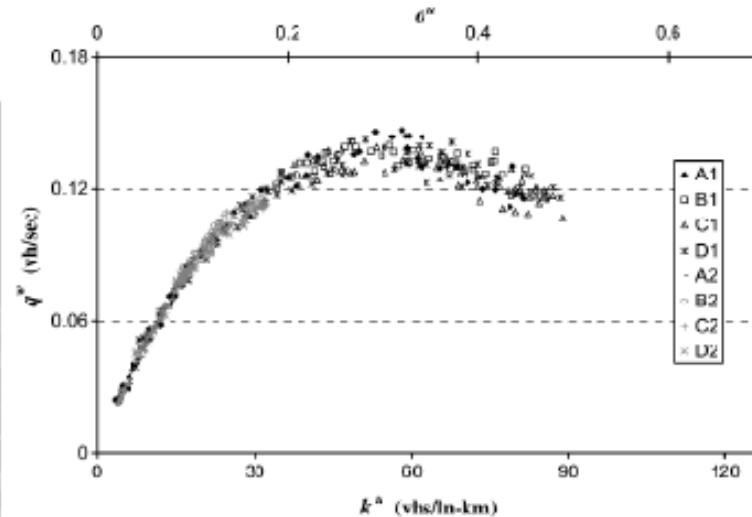
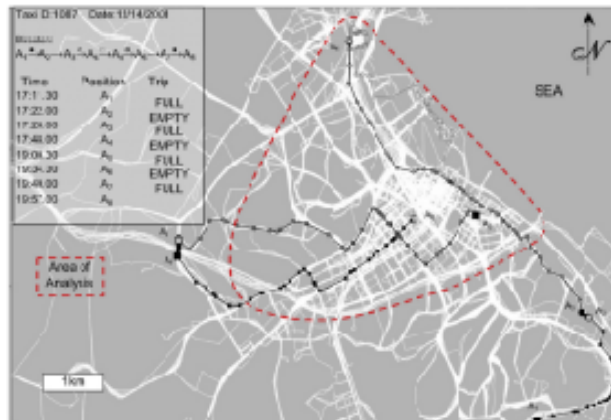
Mean-field theory of the transition point



- $\rho_c \simeq \rho_p - \beta \Delta \rho_0$, $\beta \simeq 0.5$
- Assumption:
 - all streets which are initially jammed become $\rho_{st} = 1$
- Fraction of initially jammed streets

$$\phi_J(\rho_0) = \frac{\rho_0 + \Delta \rho_0 - \rho_p}{2\Delta \rho_0}$$
 - those streets have density $N_{street} \phi_J(\rho_0) \times 1 = N_{street} \phi_J(\rho_0)$ totally as $t \rightarrow \infty$
- Therefore $N_{street} \rho_0 = N_{street} \phi_J(\rho_0)$ if $\rho_0 = \rho_c$
 - $\rho_c = \frac{\rho_p - \Delta \rho}{1 - 2\Delta \rho} \simeq \rho_p - \beta_{MF} \Delta \rho$
 - $\beta_{MF} = 1 - 2\rho_p = 0.4$

Macroscopic fundamental diagram



- Geroliminis & Daganzo (2008)
 - observation of Yokohama city
 - existence of macroscopic fundamental diagram (MFD)
 - average flow and density are related by a reproducible curve
 - cf.) fundamental diagram in free-way traffic
- What are relevant factors for obtaining MFD?



Kobe city

100,000 cars a day

70,000 just passes

from/to East/West

30,000 local

simulation parameters

Highway: 100 Km/h

National Road: 60 Km/h

Local Road: 30 Km/h

area	x range(m)	y range(m)
all	[0.00, 11469.73]	[0.00, 9308.76]
area1	[9385.50, 11469.80]	[1659.30, 6722.00]
area2	[7332.80, 9385.50]	[2785.35, 9308.80]
area3	[5264.30, 7332.80]	[4055.20, 9308.80]
area4	[1387.10, 5264.30]	[6188.00, 9308.80]
area5	[0.00, 4900.50]	[0.00, 5557.70]
area6	[0.00, 1387.10]	[5557.70, 9308.80]

	Departure					
	area1	area2	area3	area4	area5	area6
area1	250	250	250	8750	250	250
area2	250	250	250	250	250	250
area3	250	250	250	250	250	250
area4	8750	250	250	250	250	250
area5	250	250	250	250	<u>250</u>	<u>250</u>
area6	250	250	250	250	<u>250</u>	<u>250</u>

Table 2 6時間あたりの自動車発生台数と発生 area



T. Uchitane and N. Ito, "Applying Factor Analysis to Describe Urban Scale Vehicle Traffic Simulation Results," (in Japanese) J. Jpn. Measurement and Control Soc. vol.52 (2016) No.10 p.545-554.

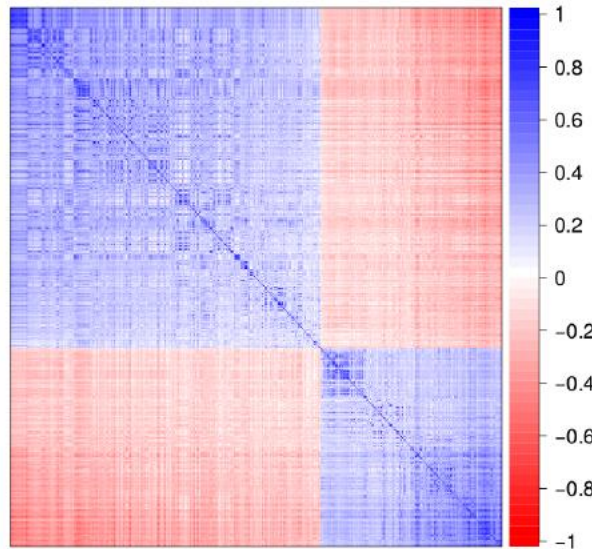
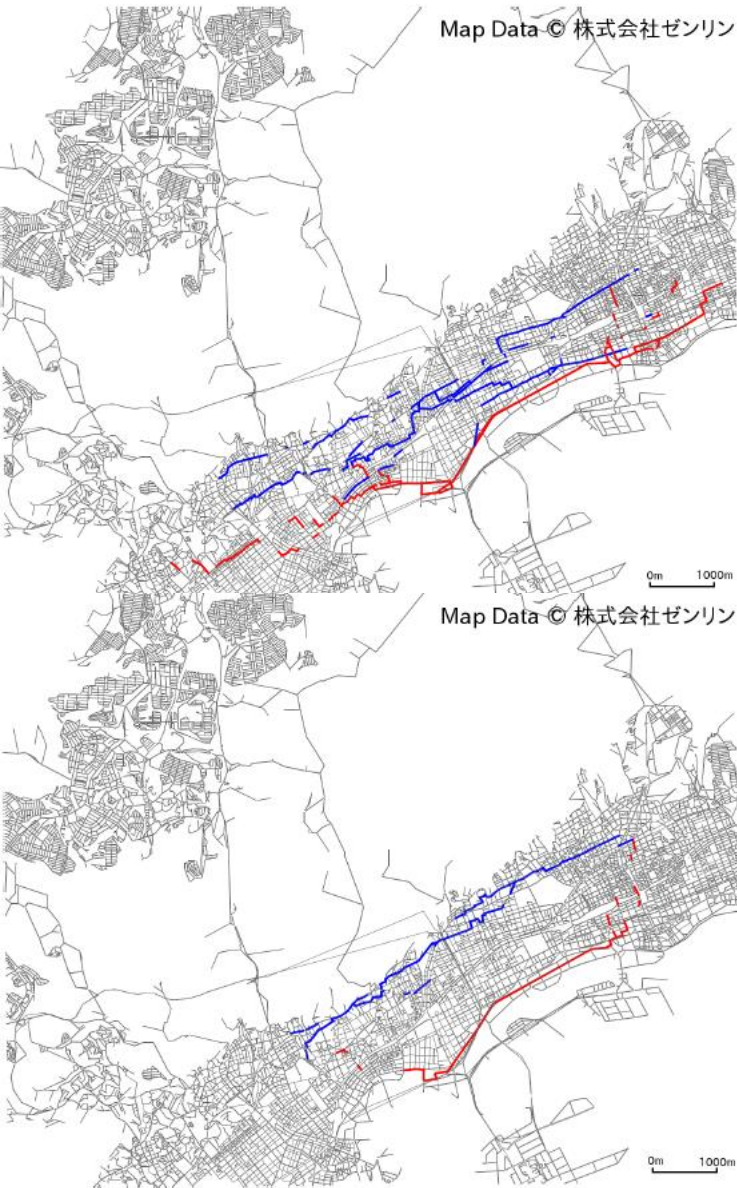
No.	属性	方向	area
1	高速, 国道, 県道	東	area1,2,3,4 全域
2	高速, 県道	西	area1,2,3,4 北部
21	高速, 国道	西	area2,3 中部
3	国道, 県道	東	area4 北部
7	高速, 国道	東	area3,4 北部
6	市道	東	area4 北中部
5	国道, 県道	西	area1,2 北部
10	県道	西	area3,4 北部
4	市道	西	area3,4 北部
8	市道	西	area4 中部
15	高速, 県道	東	area1,2 中南部
9	市道	東	area4 北部
11	県道, 市道	東	area2 北部
24	高速, 国道	西	area2 南部
14	高速	東	area2 南部
32	県道	東	area2,3 中部
18	市道	東	area4 北部

Description of the 33 factors.

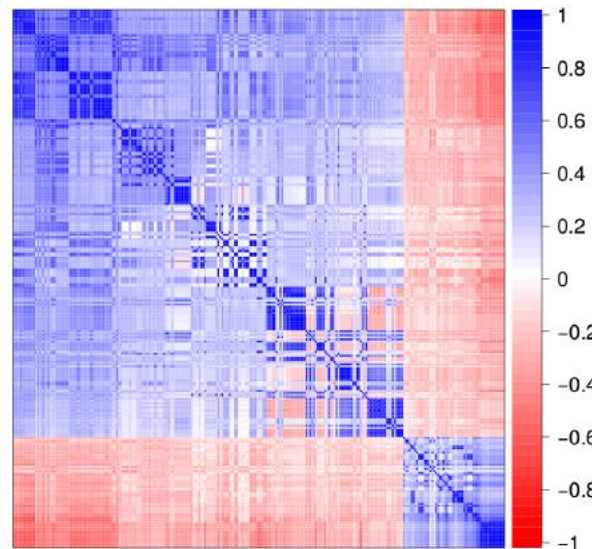
22	市道	西 (東)	area1(4) 北部
17	国道	東	area2 南部
25	市道	東	area3 中部
16	市道	西	area2 中部
13	市道	－	area4 中部
30	国道, 市道	東	area1 南部
27	市道	－	area3 北南部
28	市道	西	area1 南部
19	市道	－	area3,4 北部
20	国道	－	area5 から南下
23	市道	西	area4 中部
12	国道, 市道	東	area1 中南部
31	国道	－	area5 へ北上
26	市道	－	area3 北南部
29	市道	－	area3 北部 area4 北中部
33	国道	東	area3,4 南部

Two tops

T. Uchitane and N. Ito, in preparation.

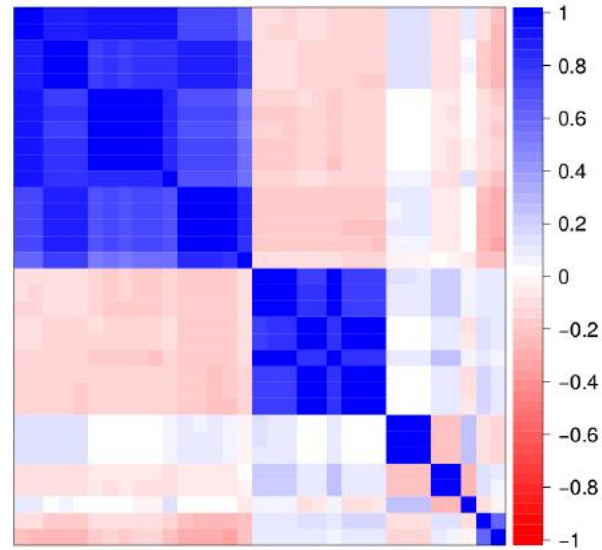
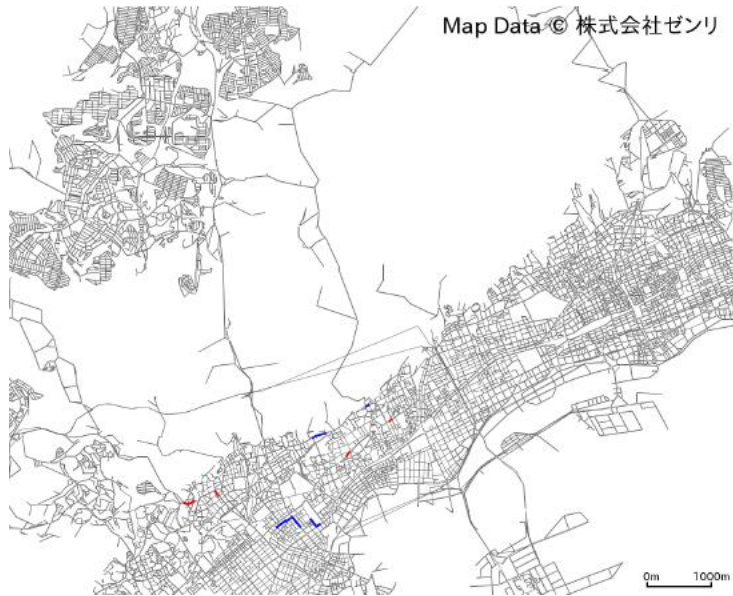


Factor No.1: 10.3%

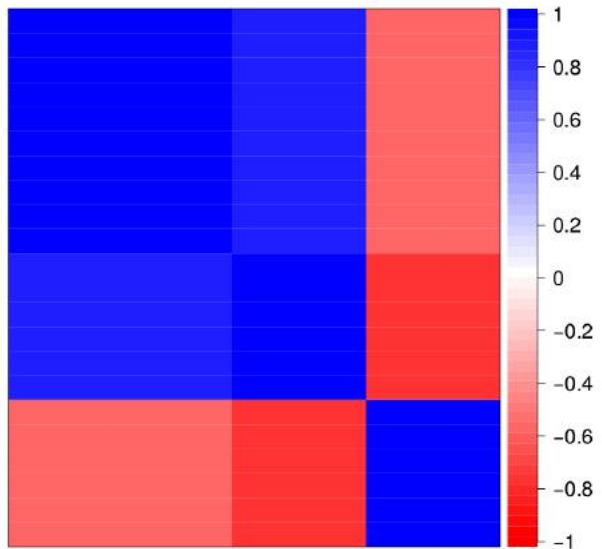
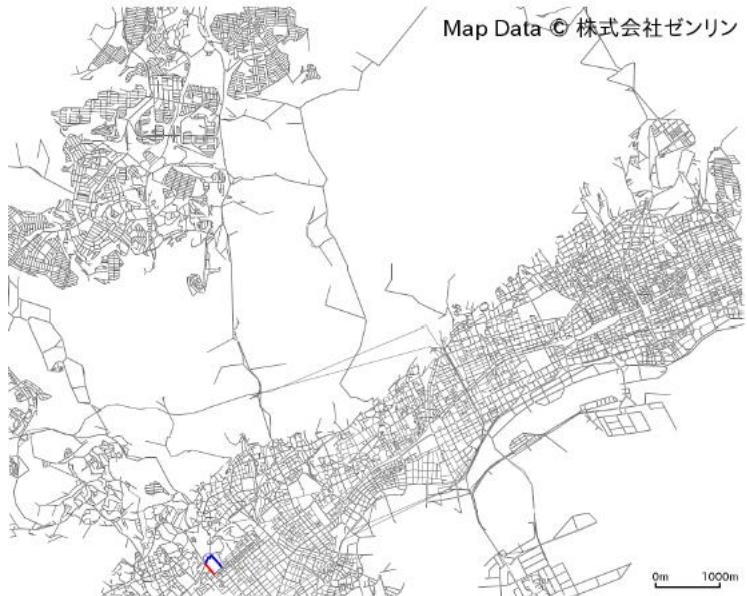


Factor No.2: 4.8%

Two from minors

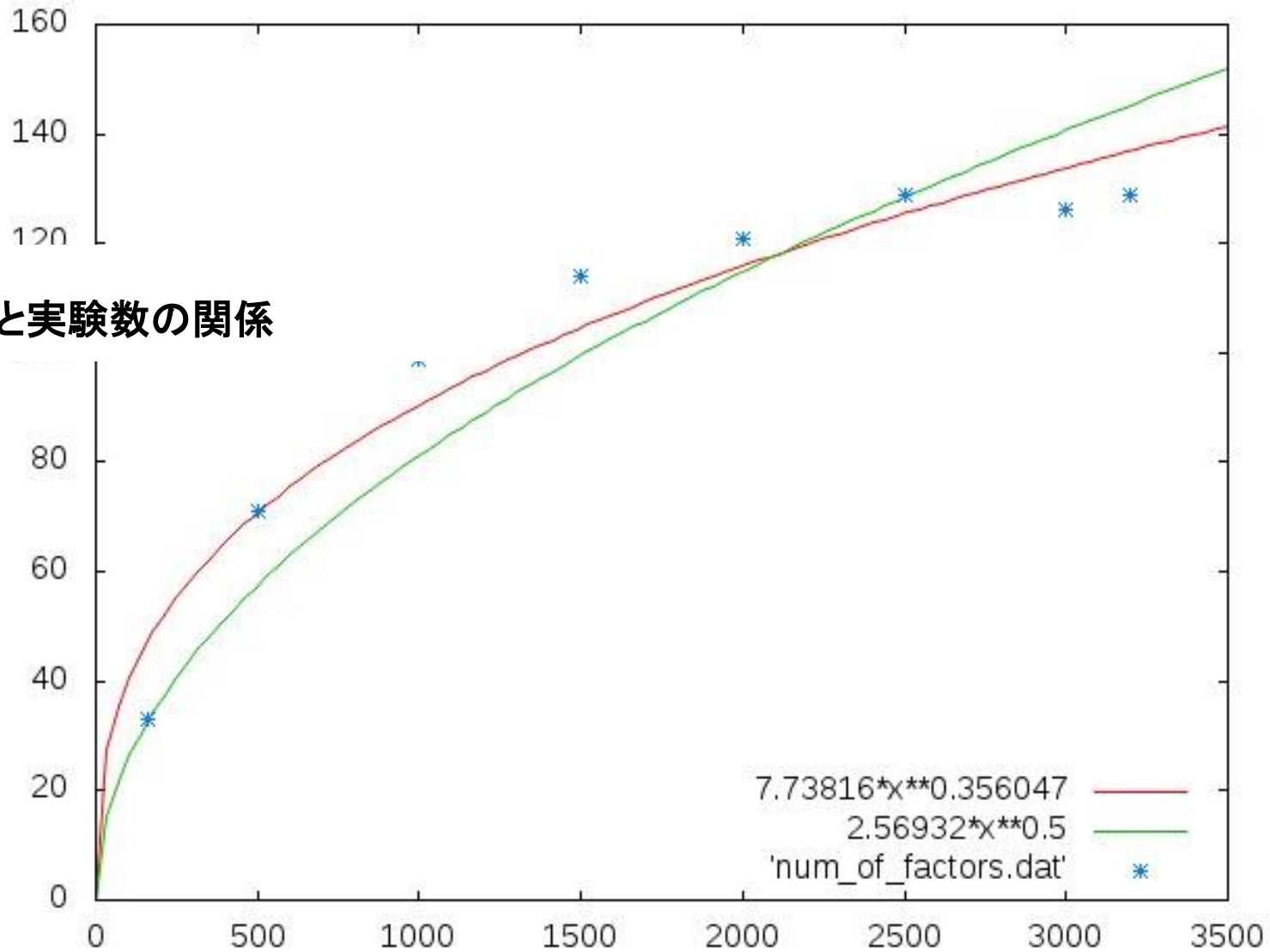


Factor No.19: 1.2%



Factor No.13: 1.3%

因子数と実験数の関係



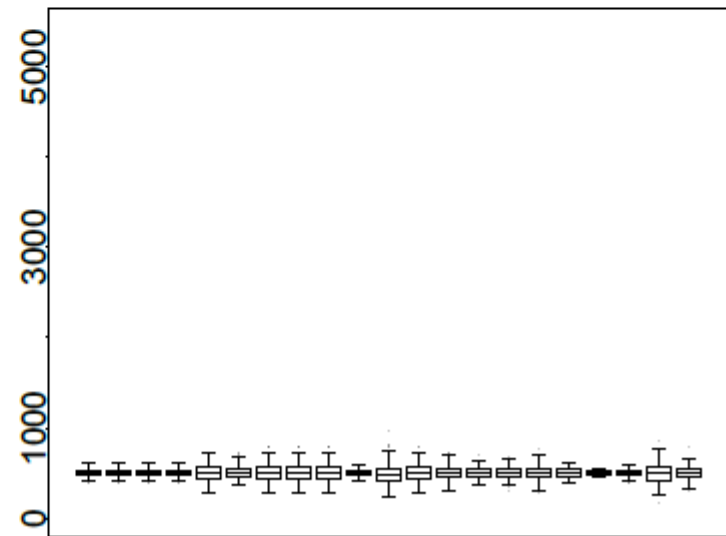
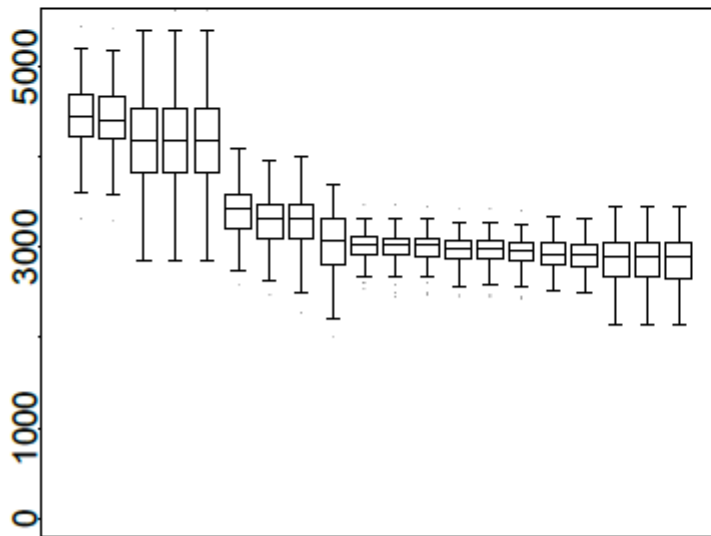
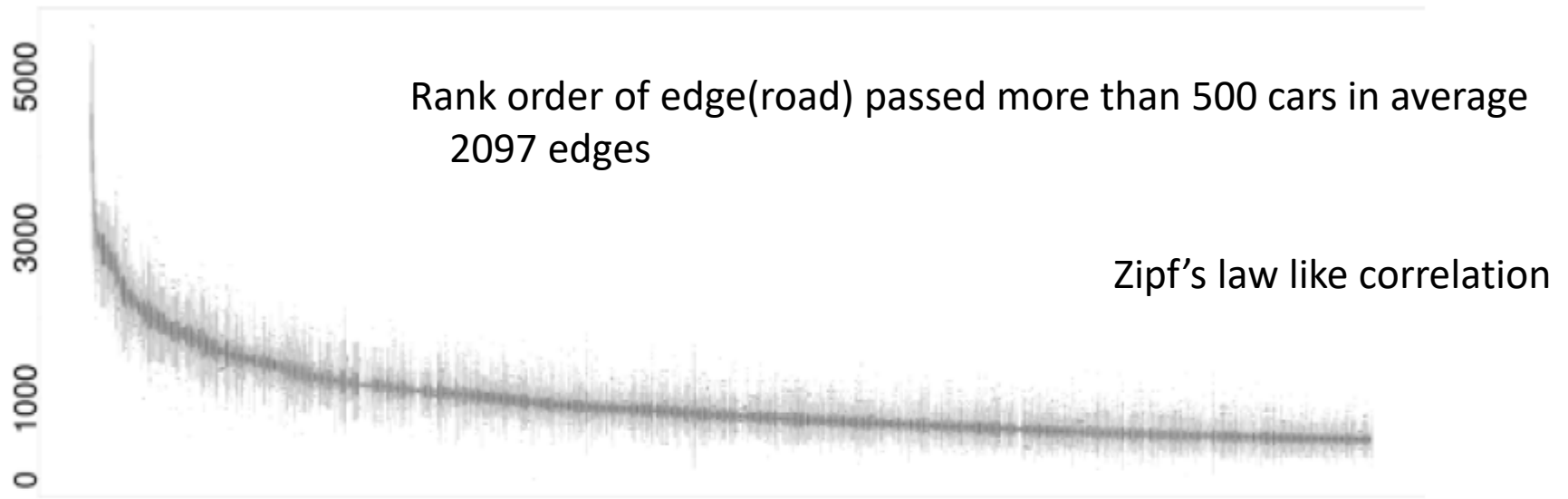
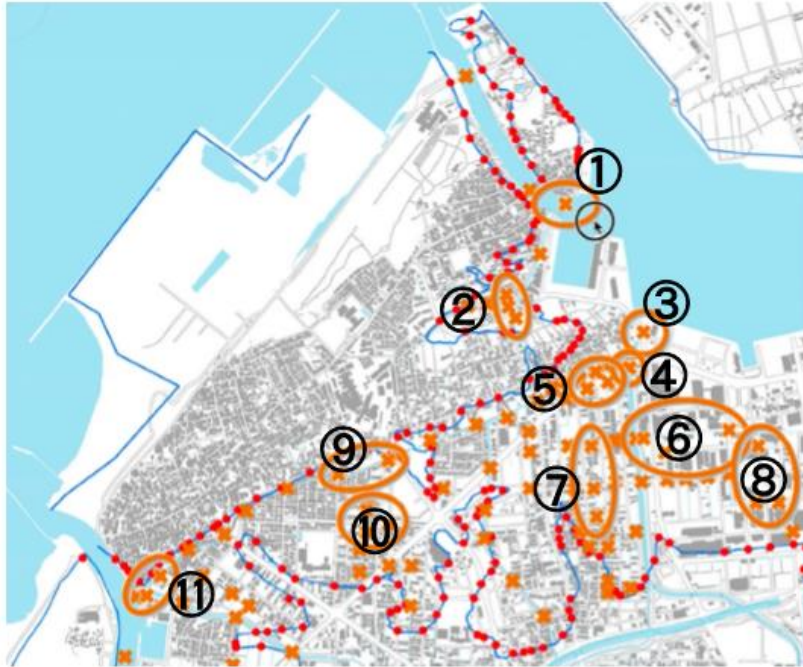


Fig. 3 自動車通過台数の箱ひげ図: 平均通過台数が 500 台以上の道 2097 本 (上), 平均通過台数の上位 10 (左下), 平均通過台数の第 2088 位から第 2097 位の 10 本 (右下)

施策1: 橋の強化



施策2: 主要道の除雪

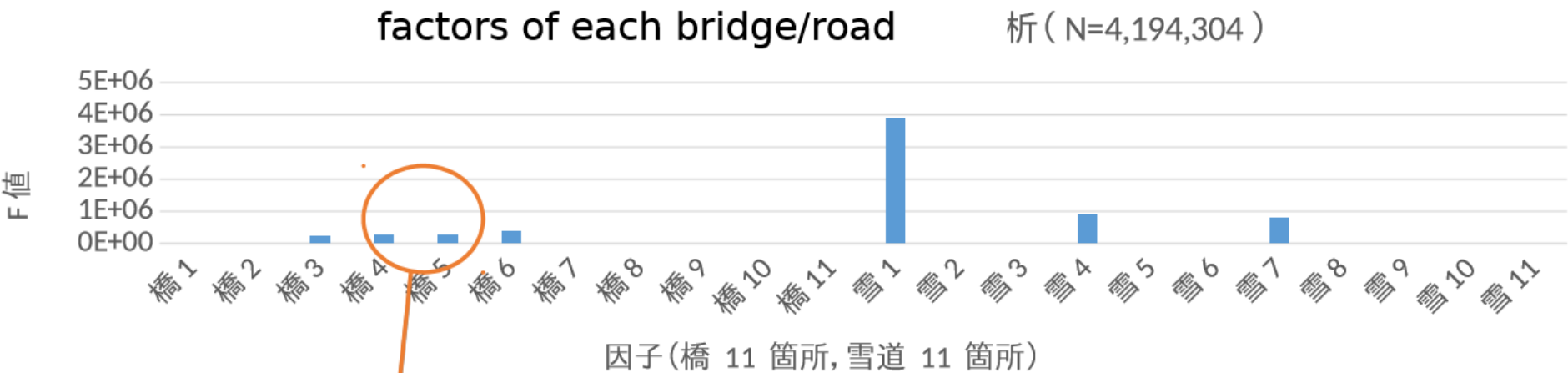


当初の解析: 施策1, 2 から3箇所ずつ選択
→ 165 cases × 165 cases = 27,225 cases

今回の解析: 全組み合わせ
→ $2^{22} = 4,194,304$ cases

結果

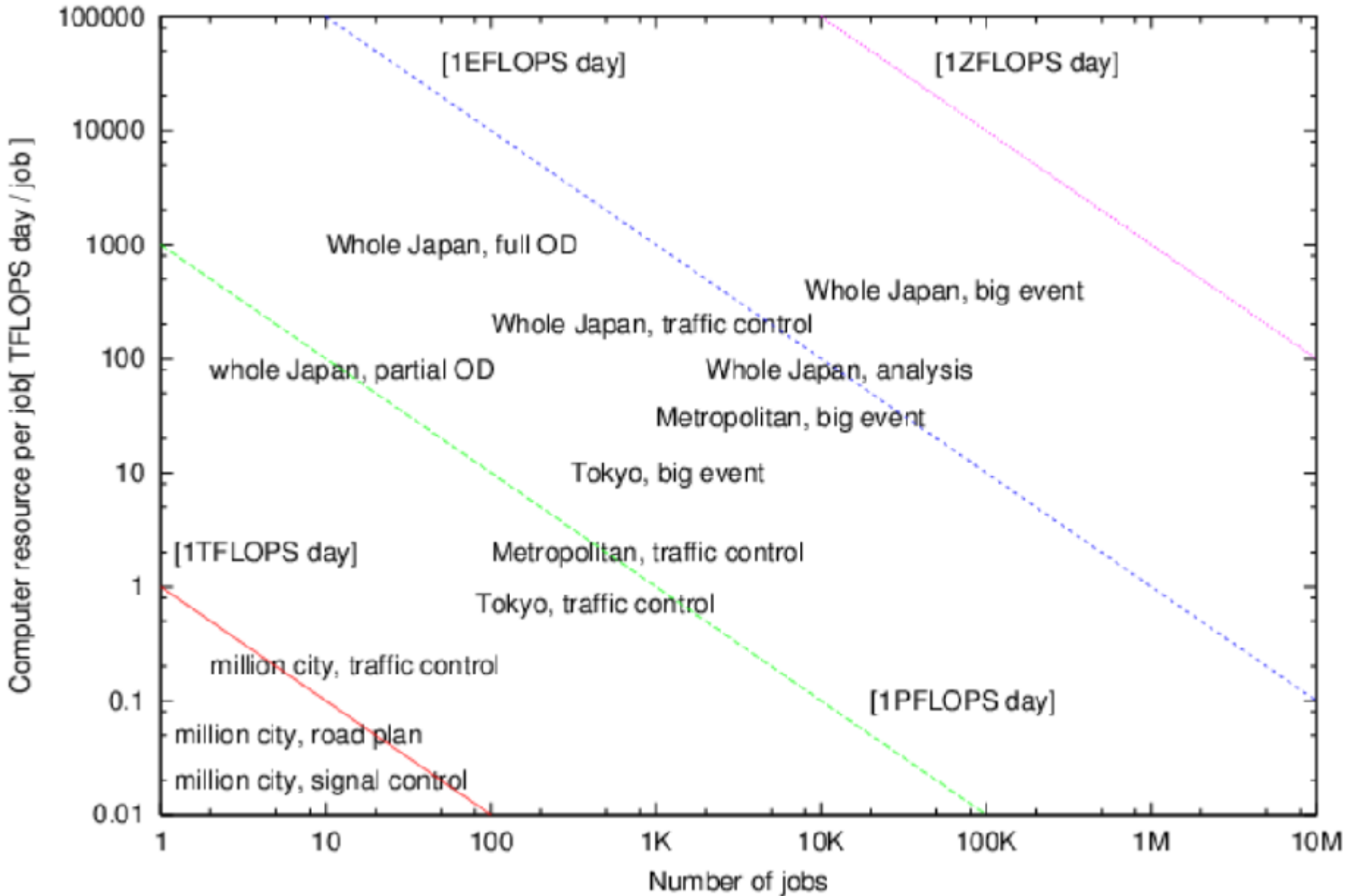
- OACISにより全組み合わせ (4,194,304 cases) のシミュレーション実施
 - 320 core × 1ヶ月 (計画停電あり)
- 解析により、部分的解析では見えなかった主要因が明らかに。



Bridge 4 and 5 were found as important factors to affects evacuation results.

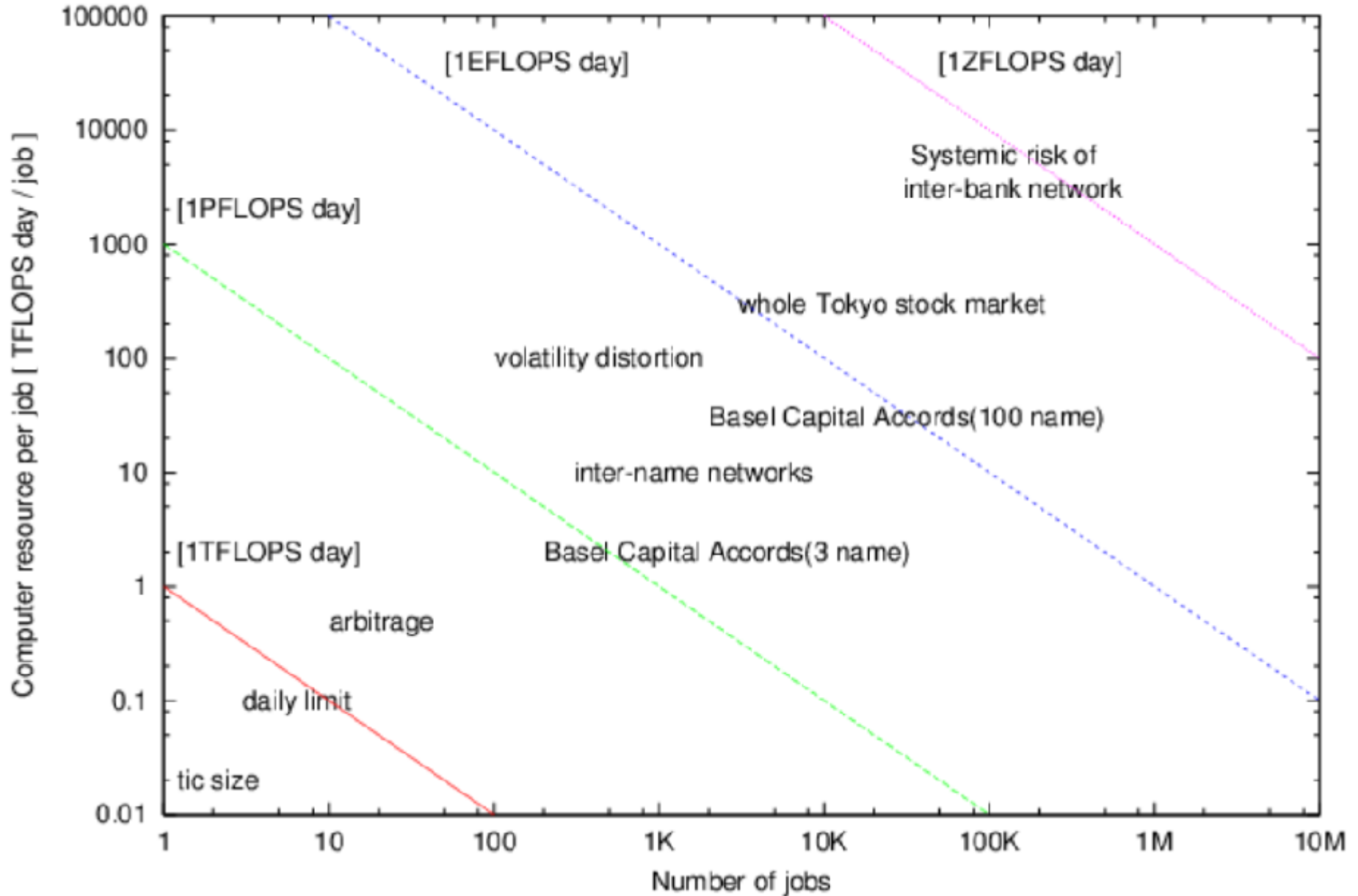
Perspectives of social simulations with HPC

Roadmap of traffic simulation



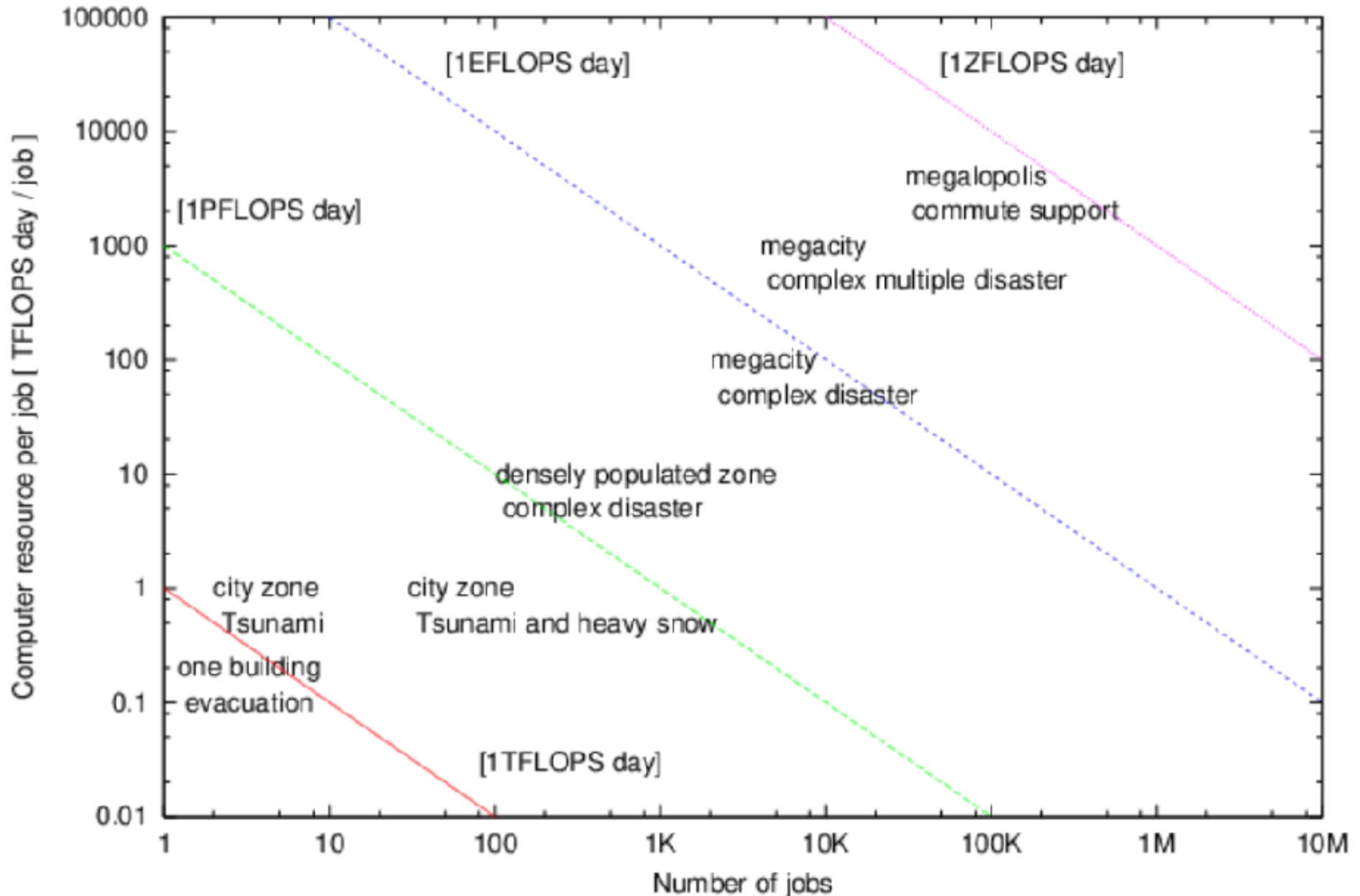
Perspectives of social simulations with HPC

Roadmap of market simulation



Perspectives of social simulations with HPC

Roadmap of evacuation simulation



Job scale on HPC

	class A	class B	class C	class D
# of jobs	$10^0 \sim 10^2$	$10^3 \sim 10^5$	$10^6 \sim 10^9$	$10^{10} \sim$
# operations/job <small>(10^2s, 実行効率10%)</small>	$10^{19} \sim 10^{17}$	$10^{16} \sim 10^{14}$	$10^{13} \sim 10^{10}$	$10^9 \sim$
flops/job <small>(総flops値を10^{18}と仮定)</small>	$10^{18} \sim 10^{16}$	$10^{15} \sim 10^{13}$	$10^{12} \sim 10^9$	$10^8 \sim$
# of cores/job <small>(10Gflops/coreと仮定)</small>	$10^8 \sim 10^6$	$10^5 \sim 10^3$	$10^2 \sim 10^{-1}$	$10^{-2} \sim$
framework	capability computing	OACIS xcrypt	CARAVAN Map-Reduce	capacity computing
job granularity	MPI並列	MPI並列	各ジョブはSMP並列	関数レベル
output data/job	~ 1TB	~ 1GB	~ 1kB <small>(保存容量はMB)</small>	~ 100B <small>(保存は行わない)</small>
結果の見方	目視	目視 or 統計 <small>(効率的な閲覧機能が必要)</small>	統計 <small>(多変量解析、機械学習)</small>	統計 <small>(統計量や最適値の計算)</small>
typical application	stencil computation	replica exchange MC climate data assimilation	genome sequencing	MCMC optimization
social simulation	N/A	city traffic trade of single stock	metropolitan traffic whole stock market	data driven modeling machine learning/AI

← capability

capacity →

OACIS

Organizing Assistant for
Comprehensive and Interactive Simulations



共同研究者(東大・産総研・IBM・東証他)らにより活用
→ ニーズに合わせた仕様の調整・バグ取り

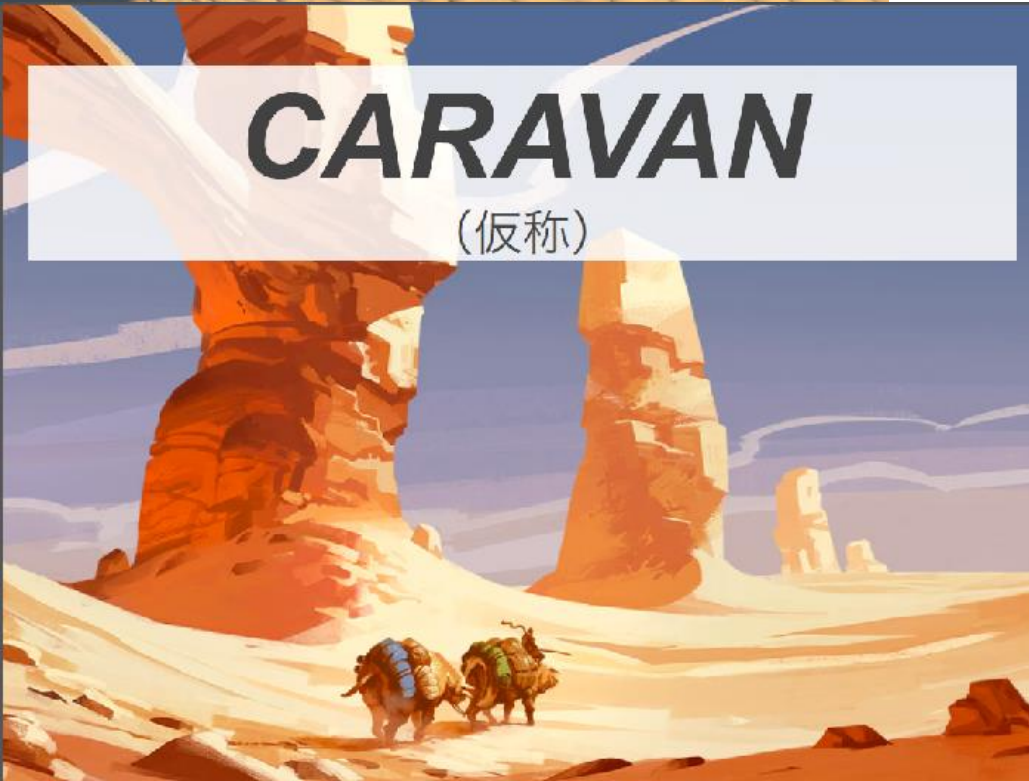
さらに外部への利用促進活動: AICS他での講習会

仮想マシンによるコンテナ化も進めている



CARAVAN

(仮称)

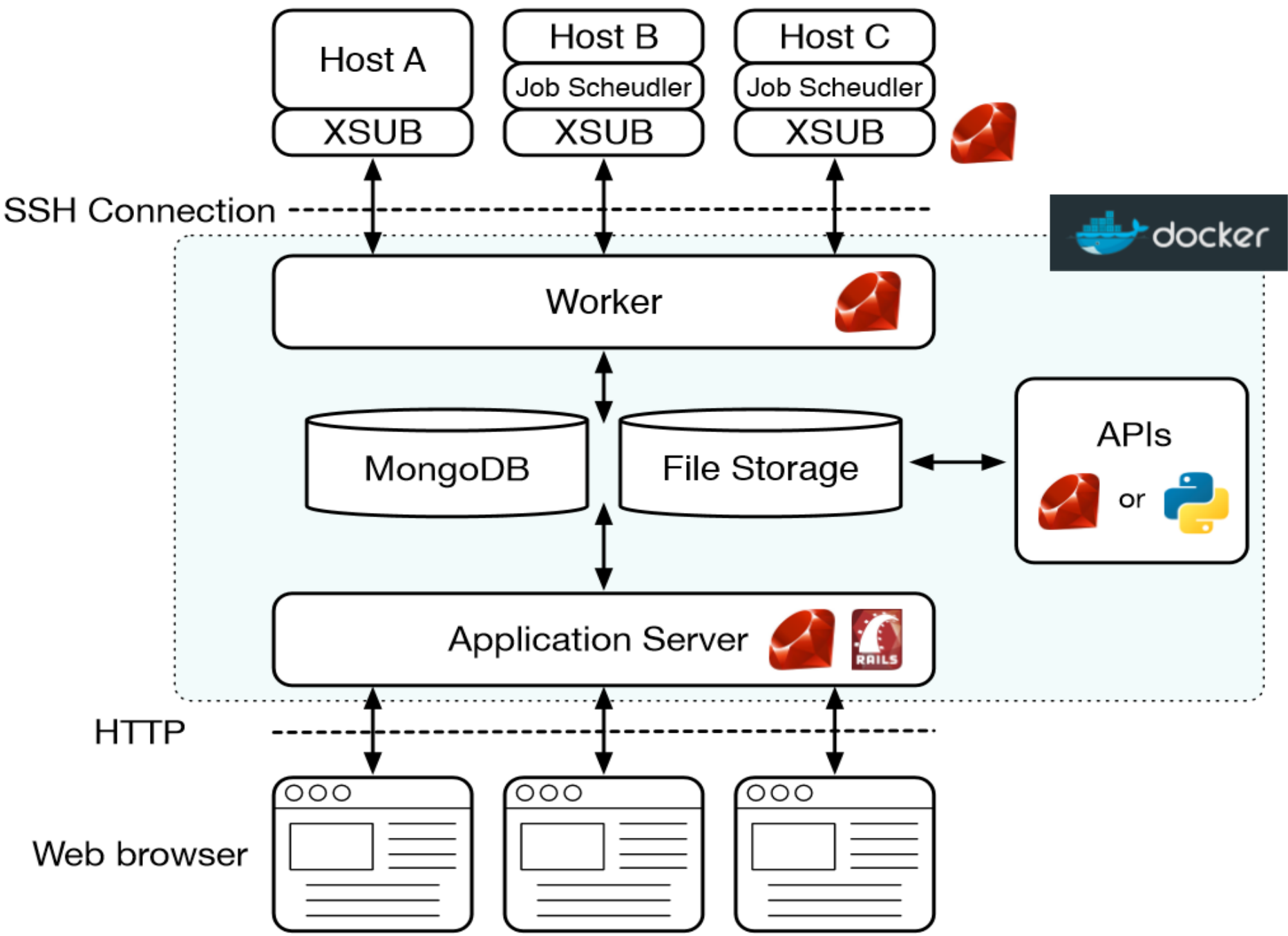


X10(manage版)により開発中。
来年度中にβ版のリリースを目指す

担当

村瀬研究員

内種特別研究員



まとめ

「ビッグデータ」マイニングの限界

次世代社会シミュレーション研究の課題

モデルの森でのパラメータ探索

→ スパコンの成長・知的探索技術の開発が鍵