

新型インフルエンザ対策のための並列パンデミック・シミュレータ

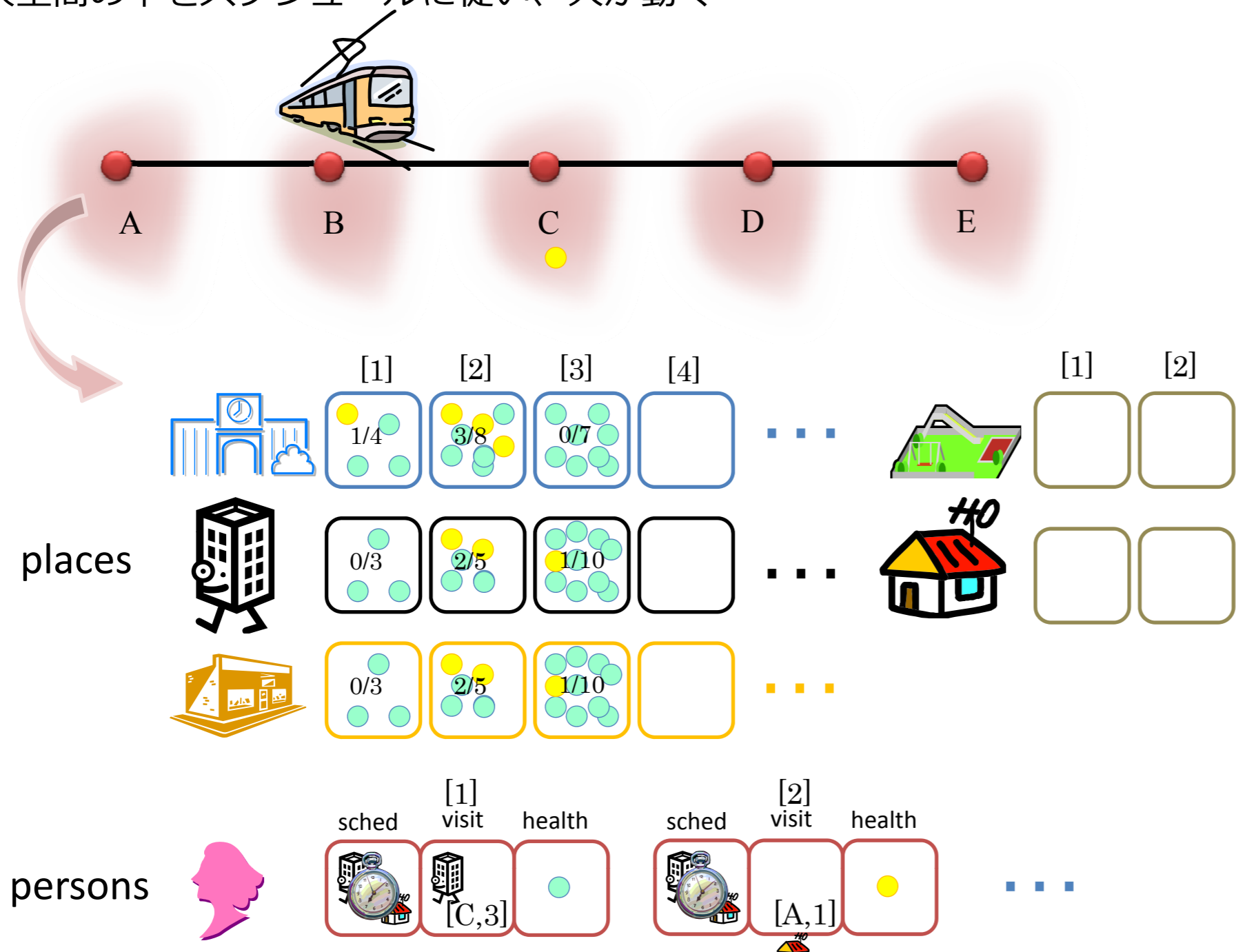
齋藤 正也 データ同化研究開発センター 特任研究員

京速コンピュータ「京」の1ノードはマルチコアCPUとメモリからなり、これが3次元トラスで接続される。そのため、共有メモリベースでの並列計算と通信ベースでの並列計算との階層化が必要になる。本ポスターでは、共有メモリ型並列計算の性能向上実験を紹介する。題材に使った、感染症の流行のシミュレーションに用いられるエージェント・シミュレーションは、並列化するには共有メモリモデルを使うのが自然であり、そのための良い題材である。15並列まで台数効果が伸びることを確認し、都市近郊を対象にした180日間のシミュレーションを58分で達成した。

シミュレータの構成と並列化

都市を想定したシミュレータ

- ✓ いくつかの街が電車で結ばれた構造
- ✓ 街の中は、複数の公共空間(学校、会社、…)はセルで表現
- ✓ 公共空間の中をスケジュールに従い、人が動く



実験環境 (Express5800/T120a-E)

- Xeon X5550 2.67GHz (論理コア数16、物理コア数8)
- 48GiB
- Intel Fortran Ver. 11.1

計算方法

感染の伝達と治癒: 遷移確率

各人は、感染の進行を表す4状態 s, e, i, r のいずれかひとつを取るとする (SEIRモデルの各変数と対応)

$S \xrightarrow{\beta I} E \xrightarrow{\alpha} I \xrightarrow{\gamma} R$

- s : 健康で免疫を持たない
- e : 感染しているが他者への感染力を持たない
- i : 感染しているが他者への感染力を持つ
- r : 健康で免疫を持つ

感染と治癒とを表現する遷移確率

$\pi(s \rightarrow e) = \beta IN, \pi(e \rightarrow i) = \alpha, \pi(i \rightarrow r) = \gamma$ [days⁻¹]

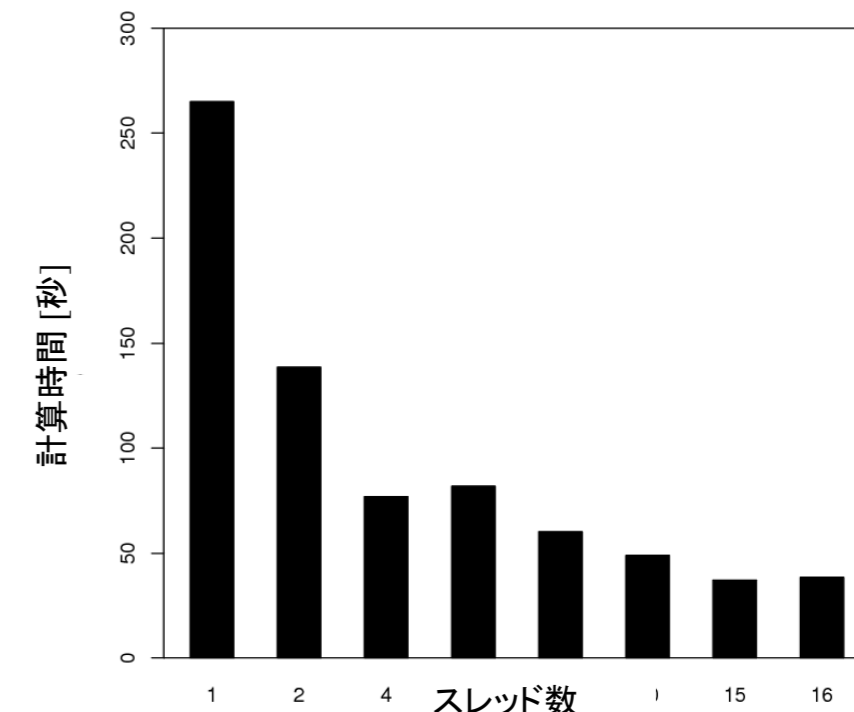
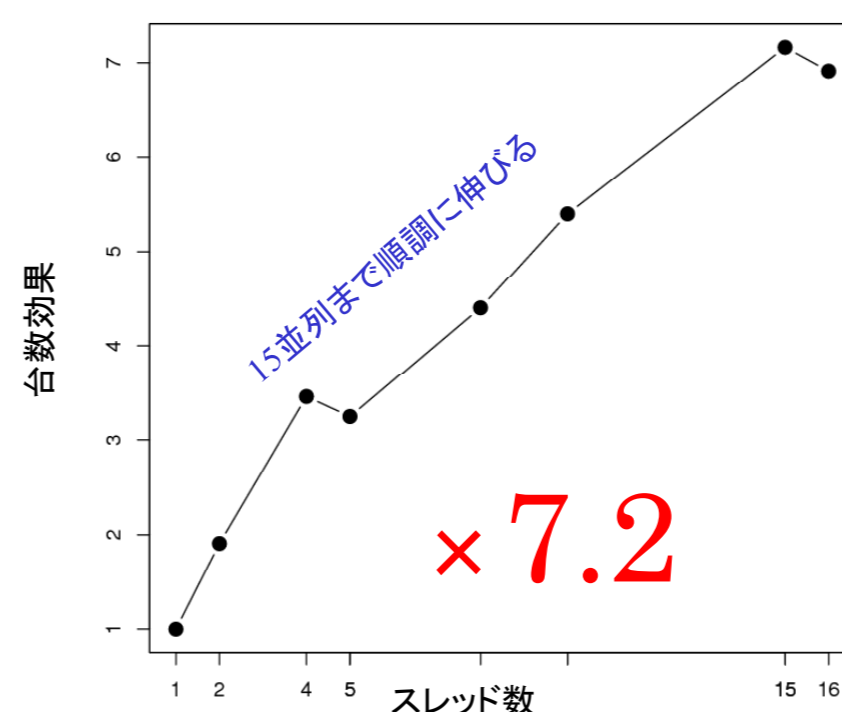
- N : 注目するひとの現在の滞在地での滞在者総数
 - I : そのうち感染力をもつ滞在者の数
 - β : 滞在地の伝達力
 - 潜伏期間 $1/\alpha = 3.5$ [days], 感染時間 $1/\gamma = 3$ [days]

1ステップ更新の手続き

```

do area ∈ city.areas
  !SOMP DO
  !SOMP CRITICAL
  do person ∈ area.persons
    Following to person.schedule, update person.visit.
    if person.visit changes from v to u (v ≠ u), then
      !SOMP CRITICAL
      decrement area.places[key=v].nVisitors[key=person.health].
      recalculate area.places[key=v].pr.
      increment area.places[key=u].nVisitors[key=person.health].
      item recalculate area.places[key=u].pr.
    !SOMP END CRITICAL
  end do
  Change person.health according to area.places[key=v].pr.
  if person.health then recalculate .nVisitors and .pr in similar way to *.
end do
!SOMP END DO
    
```

排他制御が必要になるためボトルネックの原因になりうる



- 実際には、単体性能、並列化性能ともに実装Aより優れている。
- 理由としては、1ステップに移動する人数が少ないために、予想される非効率性が現実化しないものと考える。

計算例

モデル都市設定

- 人口構成



	八王子市	立川市	武蔵野市	新宿区	千代田区
人口	571,641	176,866	138,684	314,861	446,80
会社	100	100	100	2000	2000
学校	70	20	12	29	8
スーパー	10	10	10	10	10
公園	2	2	2	2	2

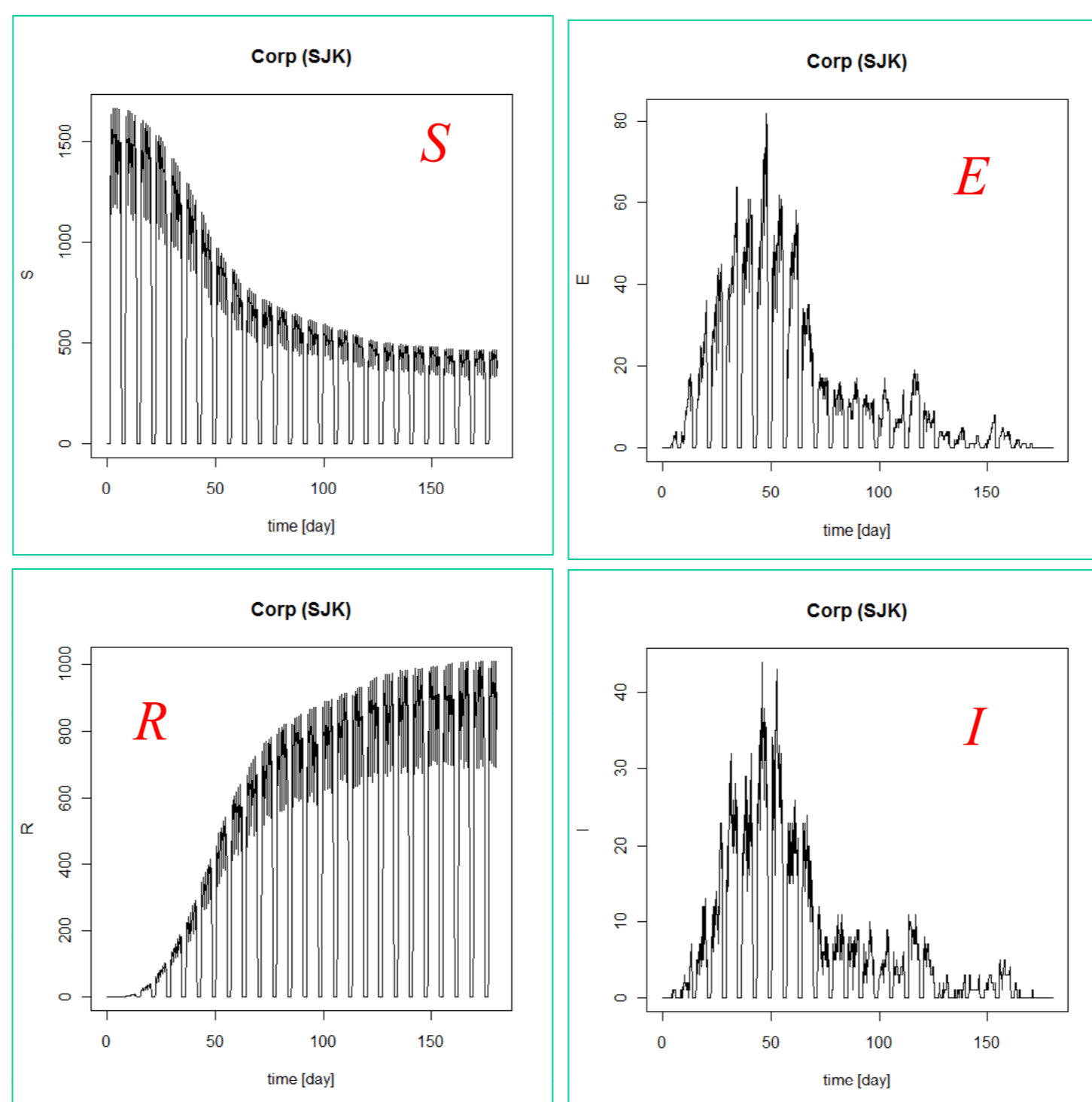
- 基礎再生産定数 (感染伝達効率)

鉄道	学校	会社	公園	店	家庭
2※	3.6	3.0	1.0	0.6	2.4

(鉄道は、混雑率により増減する)

個別領域 (ある会社)

- 場所内感染率は50%強
- 感染プロファイルが、マルチモーダルになる。
- メインのピークは50日付近に来る。



都市全体

- SEIRライクな単峰型
- ピークは50日付近, 26694人 (人口の2%)
- 感染率は、37.5%
 $((S(t_{end}) - S(t_{start})) / S(0))$ を図から読み取る)

