

# Nudging Data Science-Based Policymaking: Lessons of Nearcasting from the Crucible of Pandemic Crisis: 과학기반 출구전략: 팬데믹 감염 예측역량과 세계위기 대응

전영일 원장 Asaph Young Chun

통계청 통계개발원  
Statistics Research Institute, Statistics Korea

2020. 56 24



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

This material is the intellectual property of Seoul National University. So it is solely for the use of Seoul National University. No part of it may be circulated, quoted, or reproduced for distribution without prior written approval from Seoul National University. © 2020 Seoul National University. All rights reserved.

# Acknowledgement



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## • 한국-캐나다 감염병 예측모델링 협력연구단

Korea-Canada Research Group for Epidemic Modeling & Forecasting

- Professor David Fisman, University of Toronto
- Professor Ashleigh Tuite, University of Toronto
- Professor Amy Greer, University of Toronto
- Dr. Paul Choi, Statistics Research Institute  
(최바울 통계개발원 경제사회통계연구실장)
- Director-General Asaph Young Chun, Statistics Research  
Institute (전영일 통계개발원장, 연구단 Lead)

## • 경제인문사회연구회 (성경룡 이사장)

## • 통계개발원 감염병 데이터기반 대응연구단(TF)

## • 한국 감염병 예측모델링 연구회

# 목차

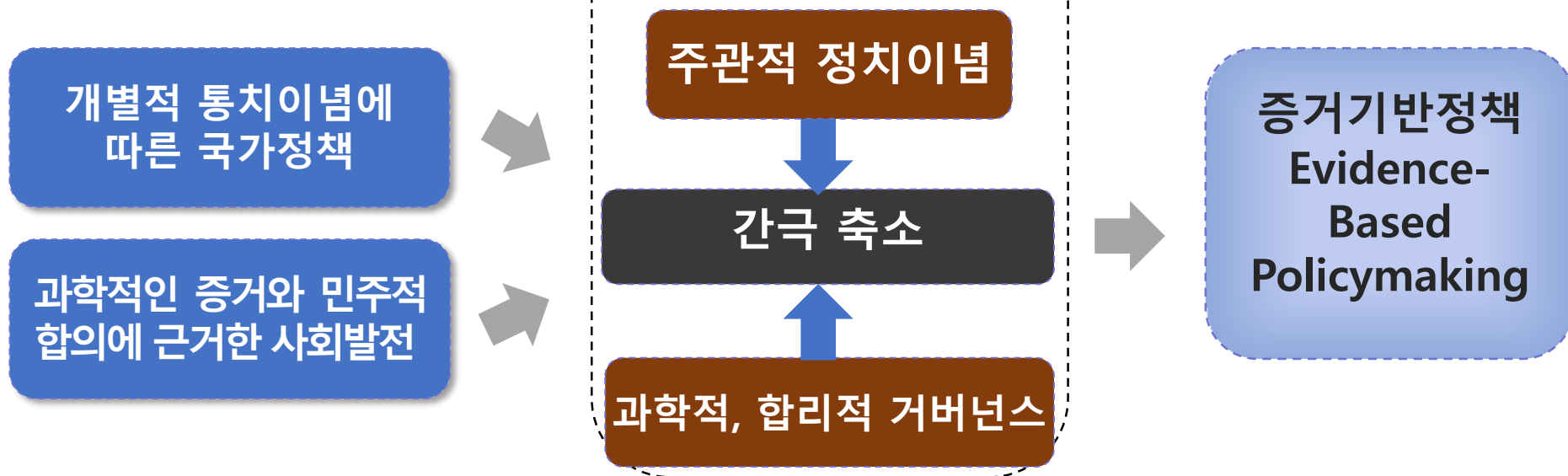
1. 왜 과학기반 정책인가?
2. 데이터기반 감염병 예측모델링과 위기대응
3. 향후 과제: AI 기반 모델링 – 데이터경제 준비



# 1. 왜 증거과학에 기반한 보건정책인가?



- 증거기반 정책은 국제적인 흐름이다 (영국, 1997; 한국, 2004; 미국, 2014).
- 국가정책에 있어서 “증거기반 정책”을 대중화시킨 것은 토니 블레어 영국 수상이 1997년부터 집권한 10년 동안임. 한국은 2007년 노무현 정부 때 데이터와 통계에 근거한 과학적 정책수립의 체계를 확립. 2014년 “증거기반 정책 위원회”를 중심으로 데이터기반 국정정의 기초를 세운 미국 오바마 정부 보다 앞선 혁신.



- Pew and MacArthur (2014), Evidence-Based Policymaking: A Guide for Effective Government.
- U.S. Evidence-Based Policymaking Commission (2016) – Chair Katharine Abraham.
- 사회통계발전을 위한 국가통계혁신계획 (2007) – 노무현 정부 시기에 발표. 데이터 기반 정책수립의 체계 구축

## 2. 데이터기반 감염병 확산예측 모델링



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

- 감염 재생산지수 (R)
- 감염병 예측모델링 방법 IDEA란?
- 예측모델링 결과와 위기대응

# 감염 재생산지수의 측정과 방역



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

- 감염 관리에서 감염재생산지수(R)의 측정과 이에 근거한 종합방역은 필수적
- R은 아래와 같이 감염률(P), 접촉률(c), 감염자전파기간(D) 등 3요소로 결정.

$$R \approx P \times C \times D$$

- P: 감염률 (Probability of infection)
    - 개인 방역 (마스크, 세정제 사용 등)
  - C: 감염자와 접촉률 (Contact propensity)
    - 사회방역: 사회적 거리두기  
(온라인 등교, 재택근무, 다중이용시설 제한 등)
  - D: 환자의 감염전파기간 (Duration)
    - 정부방역: 3 T (Testing, Tracing, Treating) – 검진, 추적, 치료
- 3요소의 효과를 낮추는 방법은 상기한대로 개인방역, 사회방역, 정부방역이다.

# 감염병 예측모델링 방법 IDEA 란?

## Incidence Decay and Exponential Adjustment



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

- IDEA는 역학기반모델인 SIR(Susceptables, Infected, Removed)을 반영
- 한 나라의 인구를 질병에 걸릴 수 있는 그룹(S), 감염자 그룹(I), 회복자/사망자 그룹(R) 등 3개 기초그룹으로 나누어서 감염의 추이를 예측.
- IDEA 방법은 아래와 같은 요소를 반영하여 예측모형을 한다.
  - 감염 차단책이 없을 때 감염자 그룹은 기하급수적인 증가.  
In the absence of intervention or immunity:  $I(t) = R_0^t$
  - 감염차단책이(d) 있을경우 감염은 기하급수적인 감소.  
IDEA Model:  $I(t) = [R_0/(1+d)^t]^t$
  - 한국에 적용한 IDEA 예측모델은 감염 차단요소(d)를 다중으로 하여서 현실을 반영.  
IDEA Model-2 (Korea) :  $I(t) = [R_0/(1+d_0+d_1)^t]^t$

# 감염병 예측모델링 방법 IDEA (Incidence Decay and Exponential Adjustment)



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

Infectious Disease Modelling 3 (2018) 1–12

Ke Ai  
ADVANCING RESEARCH  
EVOLVING SCIENCE

Contents lists available at ScienceDirect

Infectious Disease Modelling

journal homepage: [www.keaipublishing.com/idm](http://www.keaipublishing.com/idm)



## Relatedness of the incidence decay with exponential adjustment (IDEA) model, “Farr’s law” and SIR compartmental difference equation models



Mauricio Santillana <sup>a, b</sup>, Ashleigh Tuite <sup>c, d</sup>, Tahmina Nasserie <sup>c, d</sup>, Paul Fine <sup>e</sup>,  
David Champredon <sup>f, h</sup>, Leonid Chindelevitch <sup>g</sup>, Jonathan Dushoff <sup>h</sup>,  
David Fisman <sup>c, i, \*</sup>

<sup>a</sup> Computation Health Informatics Program, Boston Children’s Hospital, Boston, MA, USA

<sup>b</sup> Department of Pediatrics, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

<sup>c</sup> Dalla Lana School of Public Health, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

<sup>d</sup> BlueDot, Toronto, Ontario, Canada

<sup>e</sup> Department of Infectious Disease Epidemiology, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK

<sup>f</sup> Agent-Based Modelling Laboratory, York University, Toronto, Ontario, Canada

<sup>g</sup> School of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada

<sup>h</sup> Department of Theoretical Biology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

<sup>i</sup> Department of Medicine, Faculty of Medicine, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

### ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 February 2018

Accepted 2 March 2018

Available online 9 March 2018

Handling Editor: Jianhong Wu

### ABSTRACT

Mathematical models are often regarded as recent innovations in the description and analysis of infectious disease outbreaks and epidemics, but simple mathematical expressions have been in use for projection of epidemic trajectories for more than a century. We recently introduced a single equation model (the incidence decay with exponential adjustment, or IDEA model) that can be used for short-term epidemiological forecasting. In





# 코로나 예측모델링과 위기대응 (2020년 3월 초 ~ 현재까지 7차 모델링)

- 예측 모델링
- 불확실성의 감소
- 예측과 정책

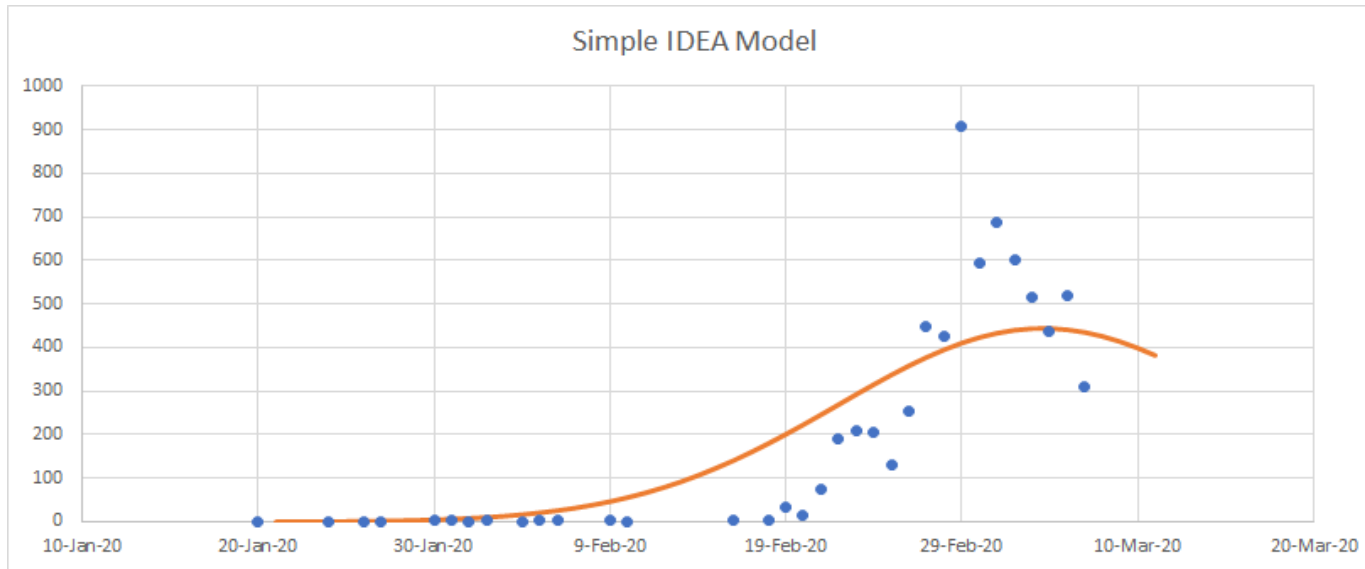
# 전국 17개 시도 통합 IDEA 감염확산 예측 곡선



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

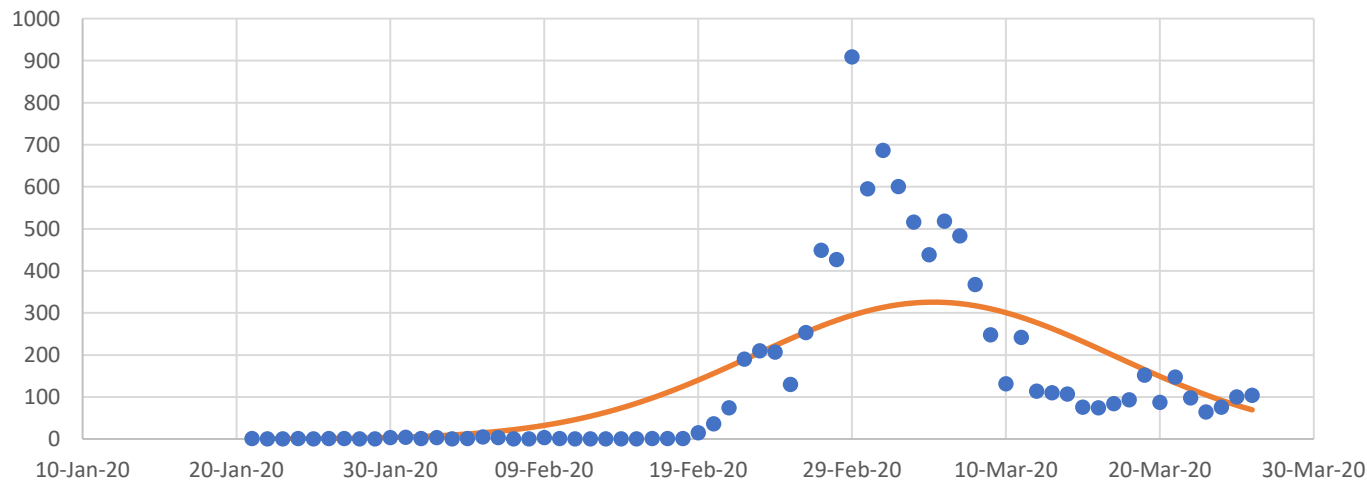
SNU  
responds to  
COVID-19

3월 초 감염 정점기 → 4월 초 안정기 돌입 → 5월말까지 1만1천명~ 확진자 예측



- (2차 모델링, 3/12)  
3월 초순 일일 확진자 정점을 찍고 4월 초/중순 하강기 진입 예측.
- 5월 말까지 확진자 수는 9,100 ~ 11,000 명 예측.

Simple IDEA Model: 3차 모델링



- (3차 모델링, 3/30)  
3월말 총확진자 약 1만명까지 상승하고 4월 중순 안정기로 들어갈 것으로 예측
- 지속적인 종합방역을 한다는 전제하에 결과 예측.

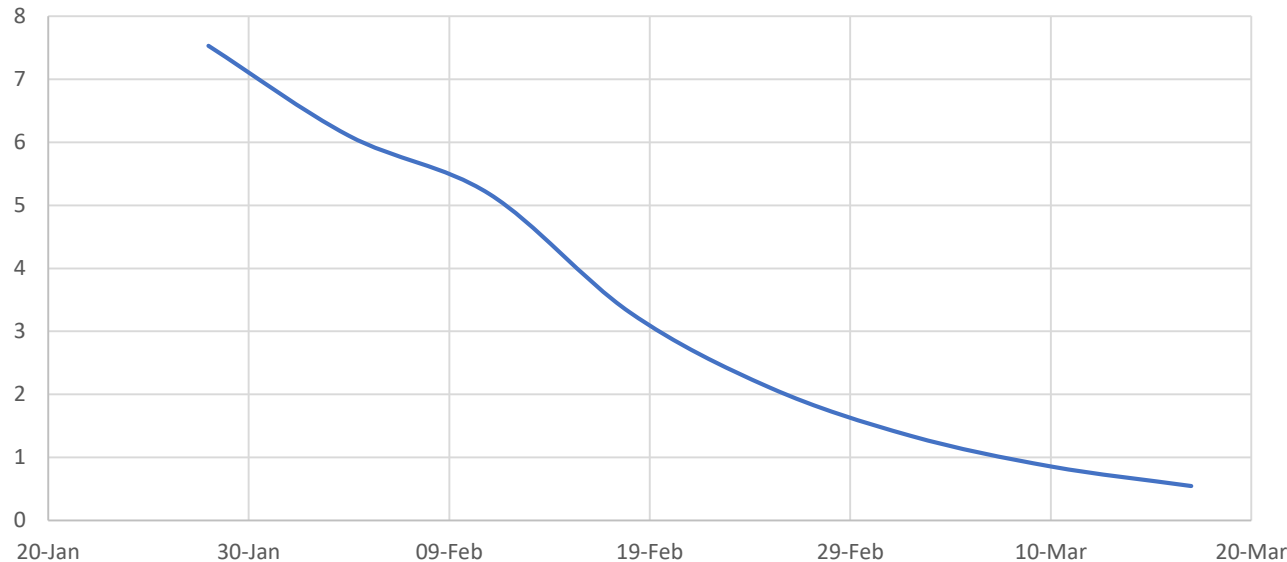
# 한국 17개시도 통합 IDEA 재생산지수( $R_t$ ) 추이 (3차 IDEA 모델링, 3/30) 1월 28일~3월 30일



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

R effective



- 1월 28일 약 7.5에 이르는 극상의 재생산감염지수(R) 에서 3월 30일 현재 0.32까지 감소
- 국가위기가 선포된 2월 23일 전에 3.3 (2월 18일 측정)에서 1.3 (3월 3일 측정)으로 R 지수가 1/3 정도로 급하강. (이 기간 동안 전국적인 개인/사회/정부 종합 방역의 효과 입증)
- 3월 23일경 0.55에서 3월 30일 0.32로 지수가 한층 더 감소. (한주간 진행한 고강도의 "사회적 거리두기"의 효과 입증.)

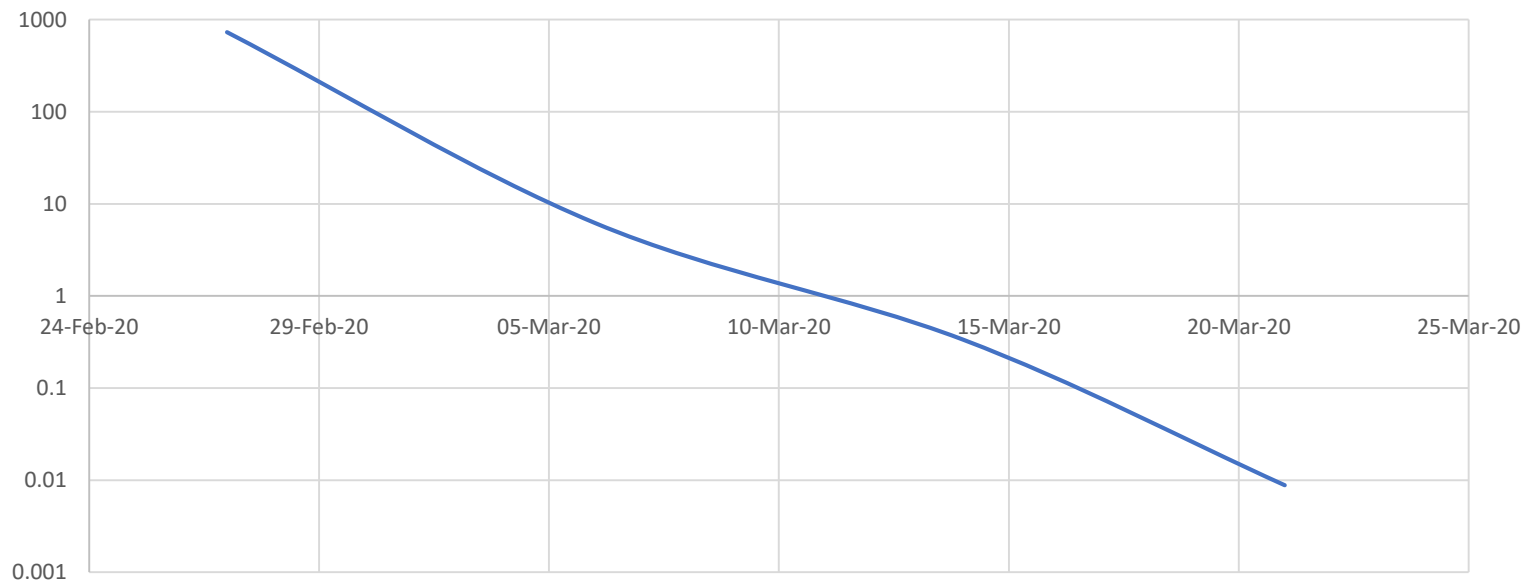
# 대구/경북지역의 IDEA 재생산지수( $R_t$ ) 추이 (3차 IDEA 모델링, 3/30) 1월 28일~3월 30일



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

R effective



- 3월 6일 재생산감염지수 6.2에서 3월 30일 0.01 이하로 지속적 감소.
- 3월 23일 고강도의 사회적 거리 두기를 전국적으로 강화한 이후 더욱 안정기로 진입한 것을 입증.

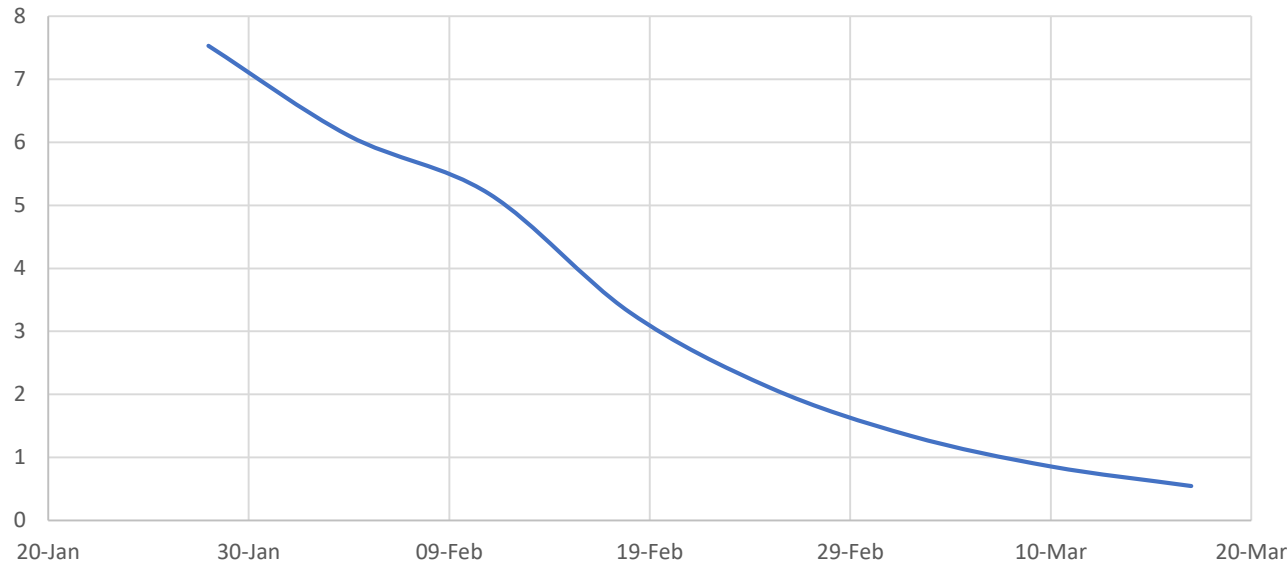
# 대구/경북 제외 15개 시도의 IDEA 재생산지수( $R_t$ ) 추이 (3차 IDEA 모델링, 3/30) 1월 28일~3월 30일



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## R effective



- 2월 3일 R지수 3.17에서 3월 30일 0.62로 지속적 감소.
- 전국적으로 고강도의 사회적 거리 두기 강화 시점인 3월 23일 R 지수 0.98 에서 3월 30일 0.62로 약 33%가 현격히 감소.
- 3월 말, 15개 시도에서 안정기 진입 입증

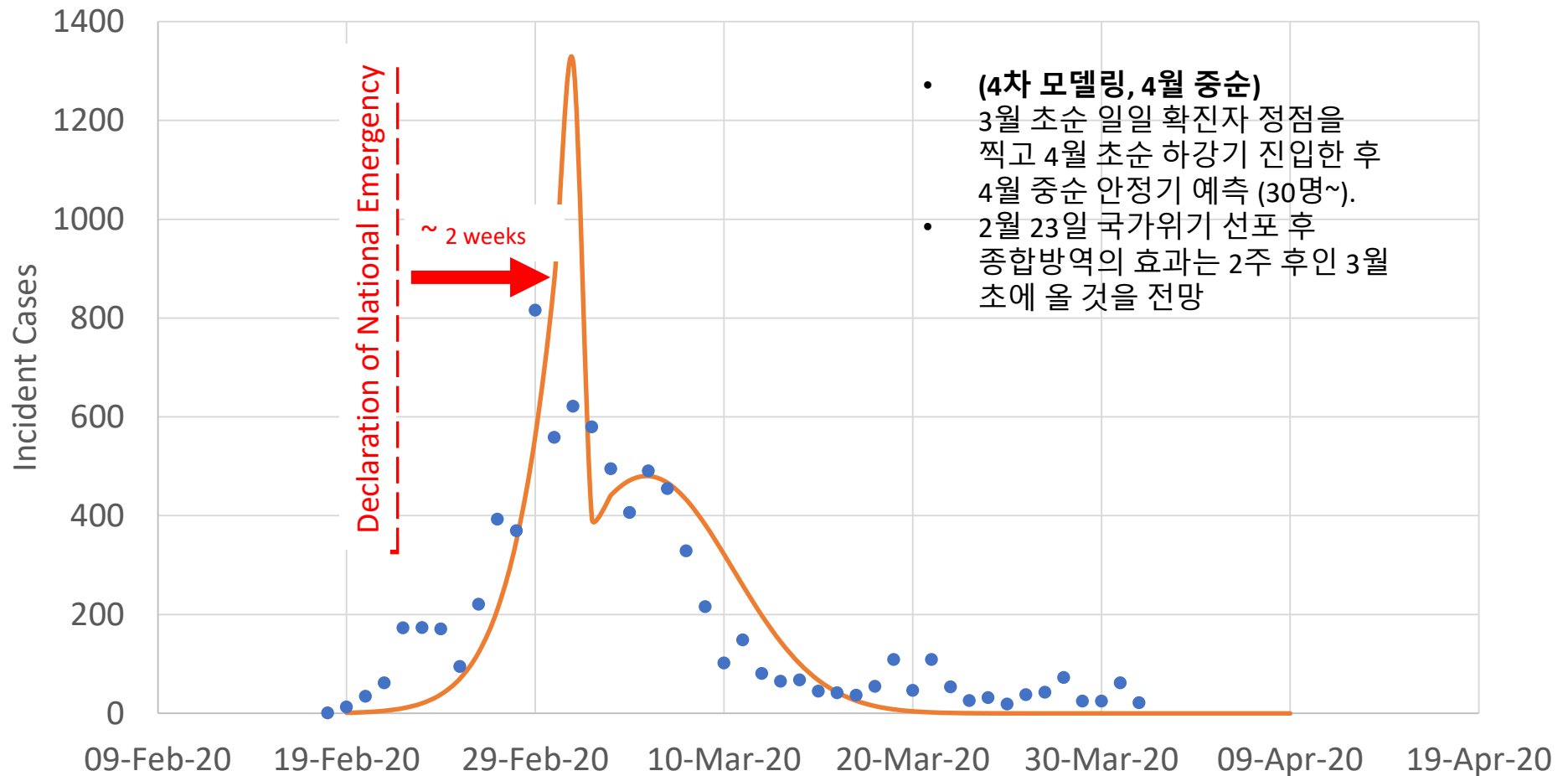
# 대구/경북 IDEA 감염확산 예측 곡선 (4차 Modeling, 4월 중순)



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## Simple IDEA Model--Daegu and Gyeongbuk



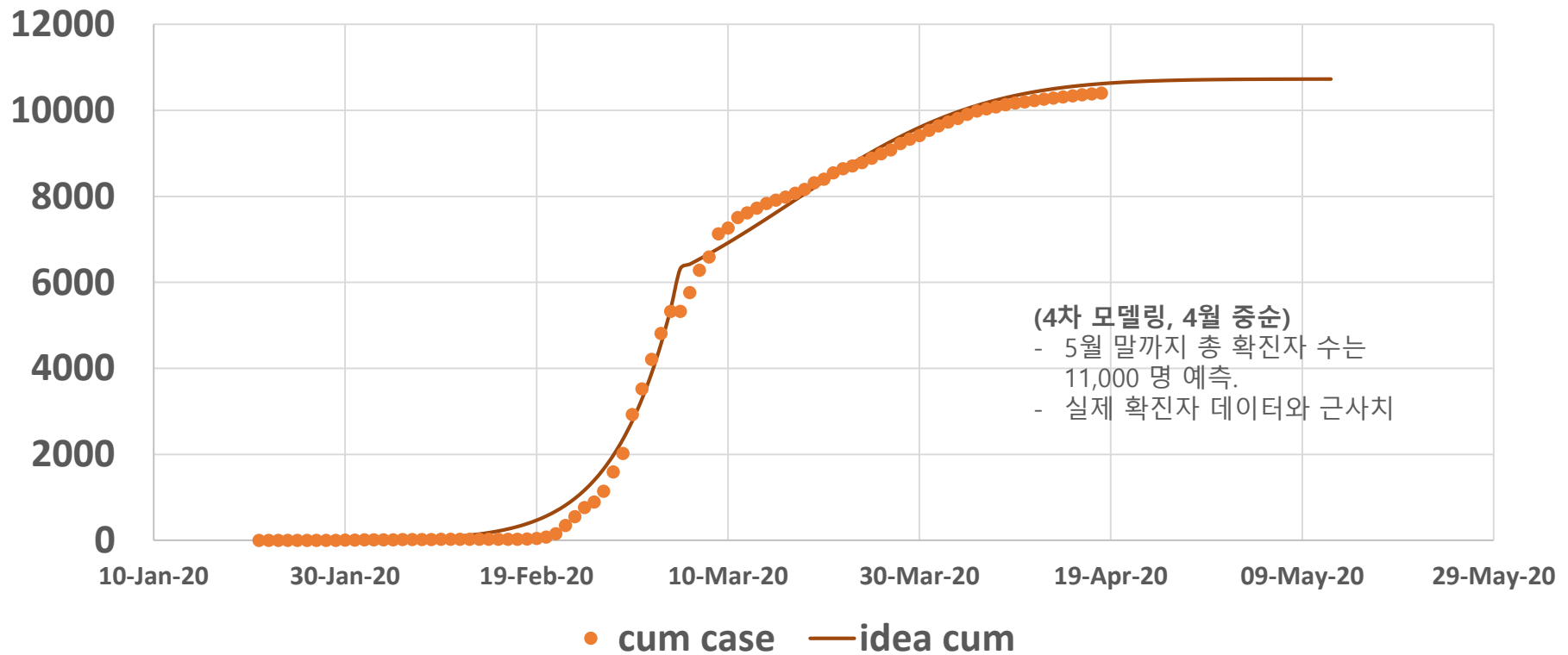
# 전국 17개시도 통합 IDEA 총감염자 예측 (4차 Modeling, 4월 중순)



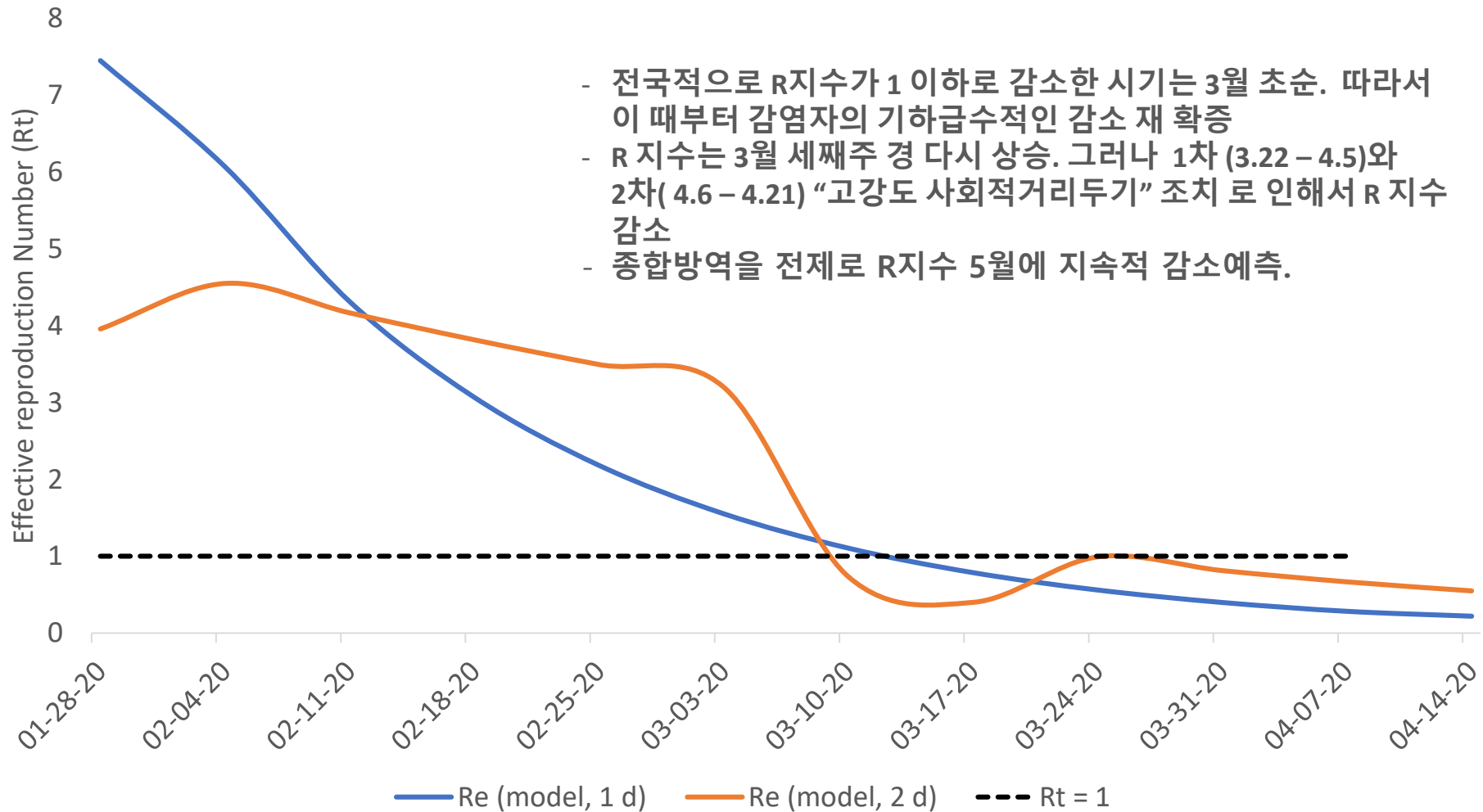
SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## IDEA Cumulative Case Counts--Korea



# 전국 17개 도시 통합 IDEA 재생산지수( $R_t$ ) 추이 (4차 모델링, 4월 중순)



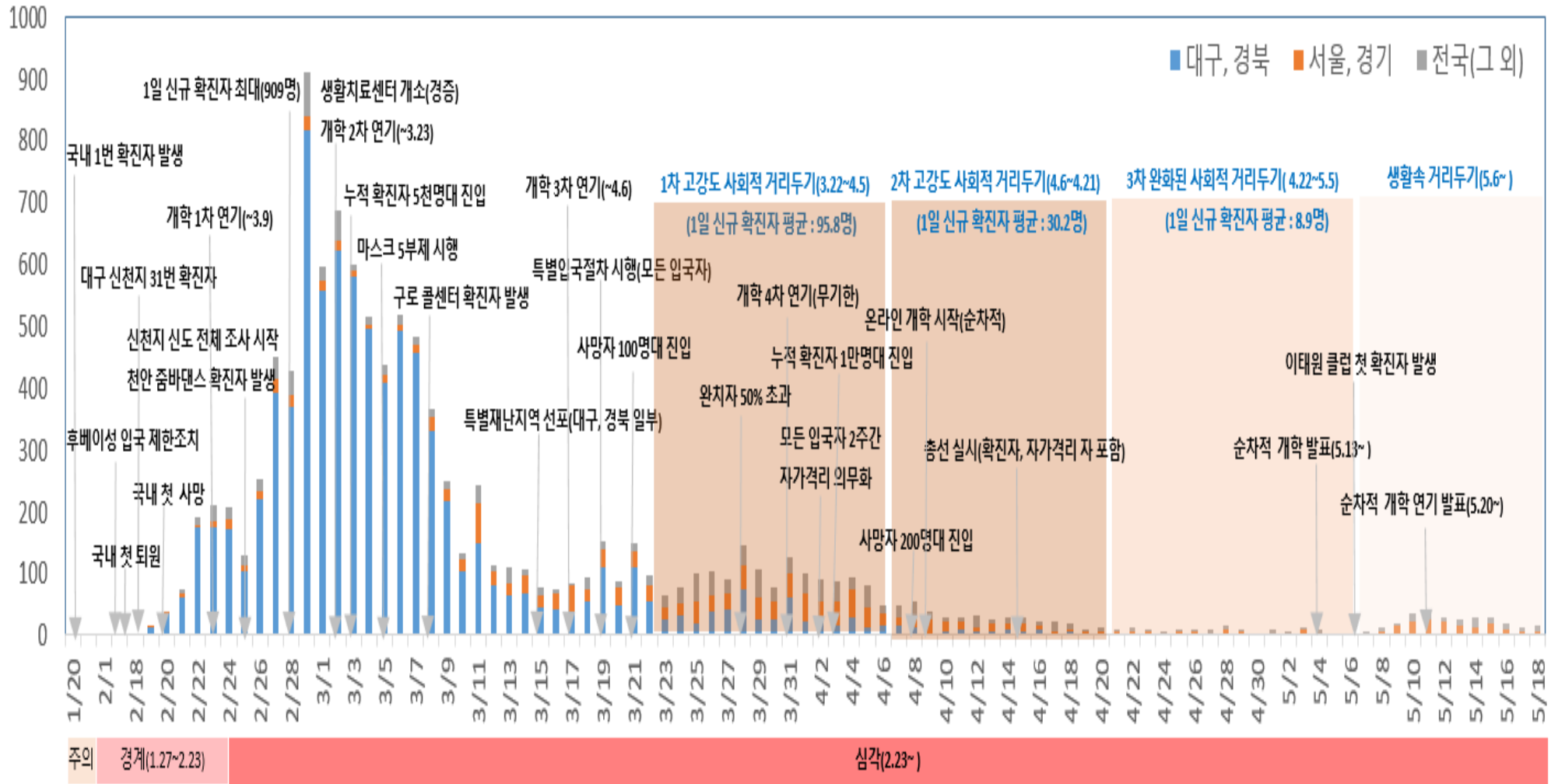


# 한국의 코로나 바이러스19 신규확진자 (2월 - 현재) 예측 모델과 근접한 실제 감염확산 추이



SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

SNU responds to COVID-19



데이터 시각화: 통계청 통계개발원 (자료 : 질병관리본부 보도자료. 2020.1.20~5.18)

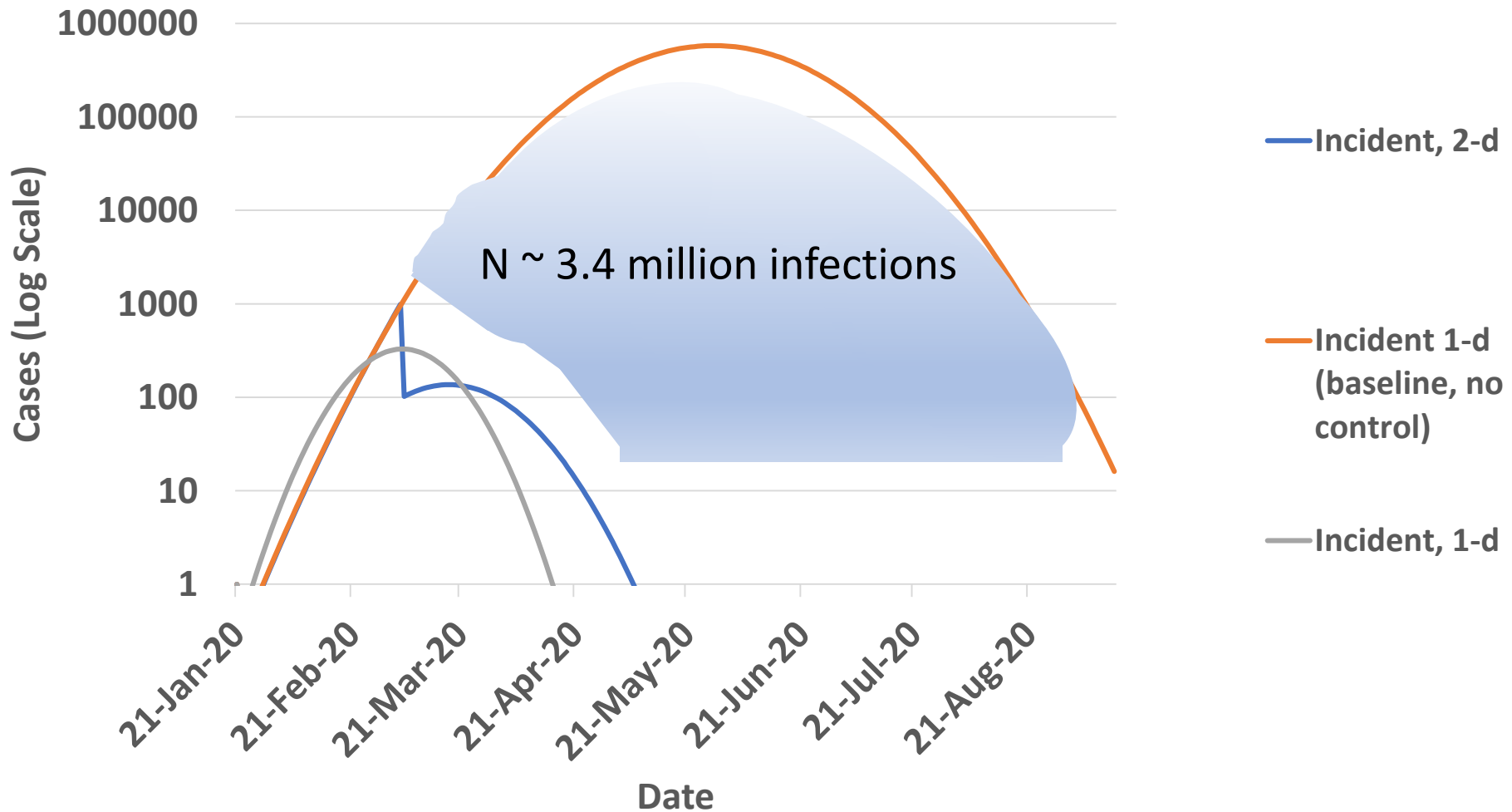
# 한국내 종합방역대책의 효과 추정 (4차 모델링, 4월 중순)

- 종합방역으로 인해서 약 3백40만명의 확진자 예방
- 종합방역 부재시, 5월말 정점, 가을까지 감염 대폭 확산 예측



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19



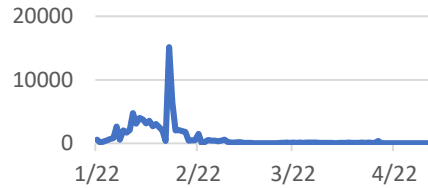
# 주요 국가 신규 확진자 추이



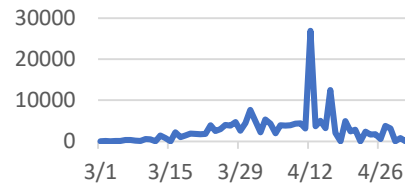
SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

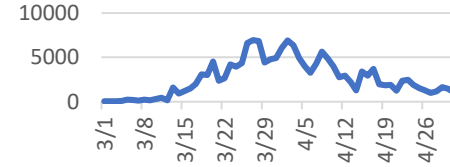
중국



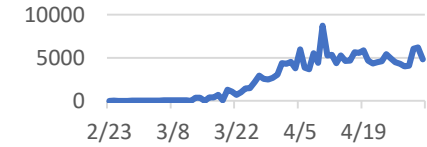
프랑스



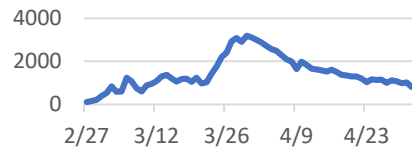
독일



영국



이란



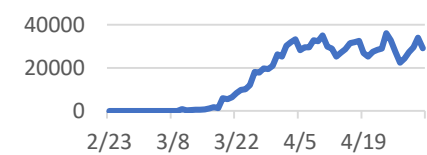
이탈리아



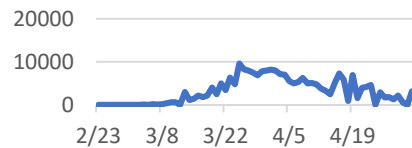
일본



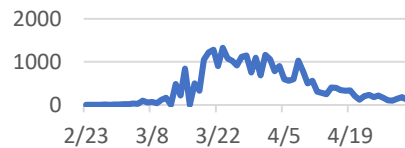
미국



스페인



스위스



터키

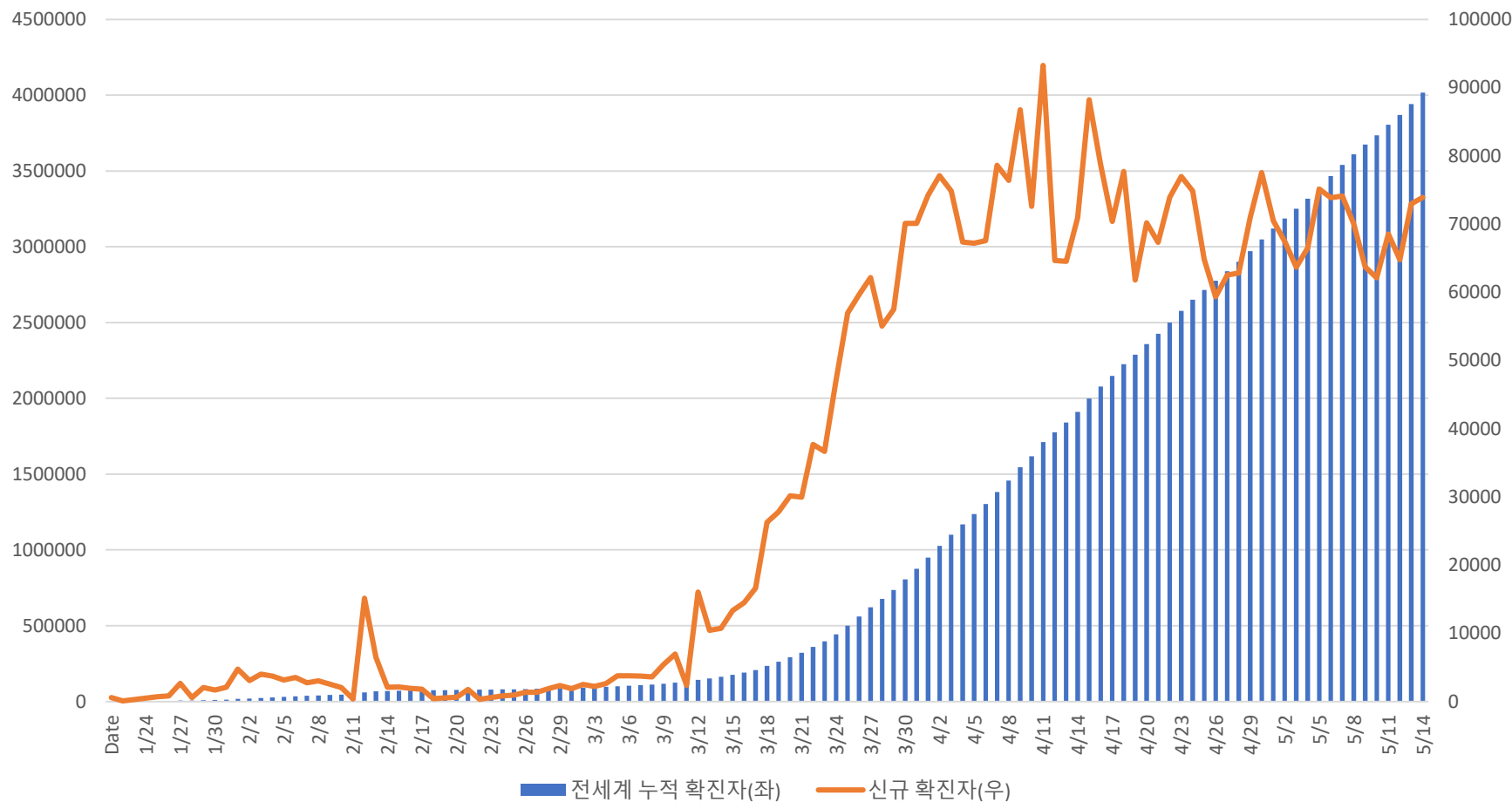


# 전세계 신규 확진자 추이 (2020.1.24 – 현재)



SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

SNU responds to COVID-19



# 생활방역 가운데 감염확산 전망



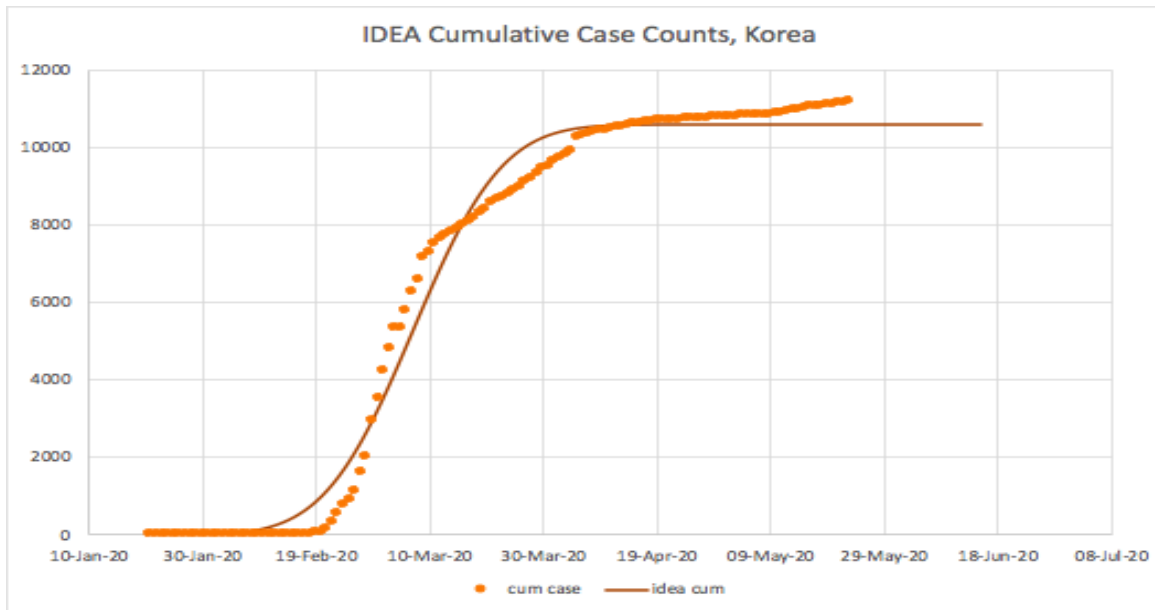
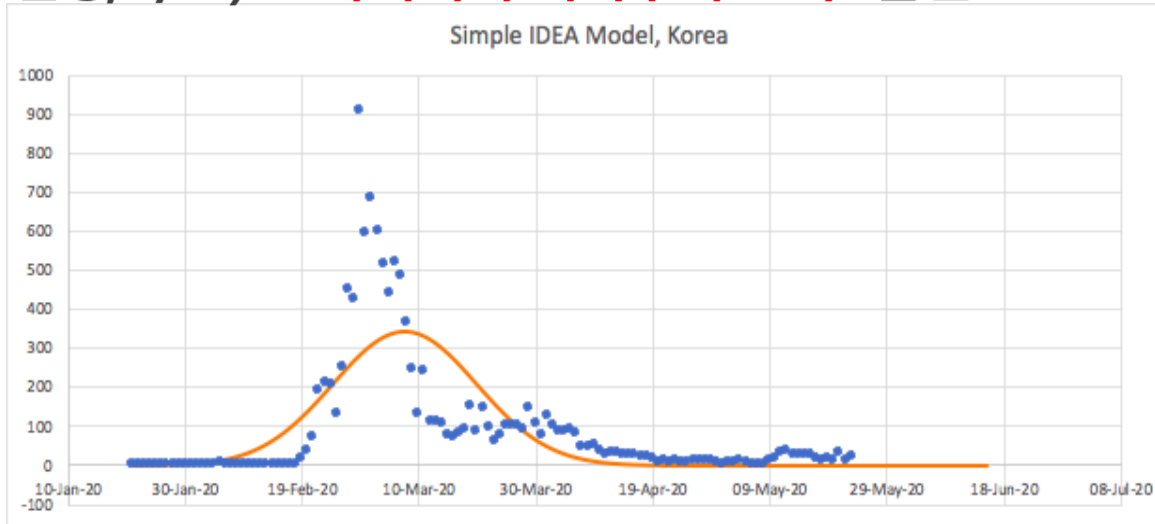
# (전망) 전국 17개시도 통합 감염확산 예측



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## (6차 모델링, 5/25) – “다이내믹 거리두기 효과” 출현



### (6차 모델링, 5/25)

- 생활방역 후, 5월 초 수도권에서 발생한 다양한 집단감염으로 인해서 수도권 2차 파동의 위험 발생
- 생활방역의 특성상 감염 확산위기 상존.
- 따라서 종합방역의 완급/강약의 조절을 통해서 “다이내믹 거리두기” 반복토록 해야함.
- 강력한 행정명령과 구속력있는 개인방역 및 거리두기 조치 지속시행
- 백신과 치료약이 없는 상황에서 최선의 방책 (3T를 축으로 한 정부방역 및 개인방역 지속토록)

# (전망) 생활방역에서 “다이너믹 거리두기 효과” 발생

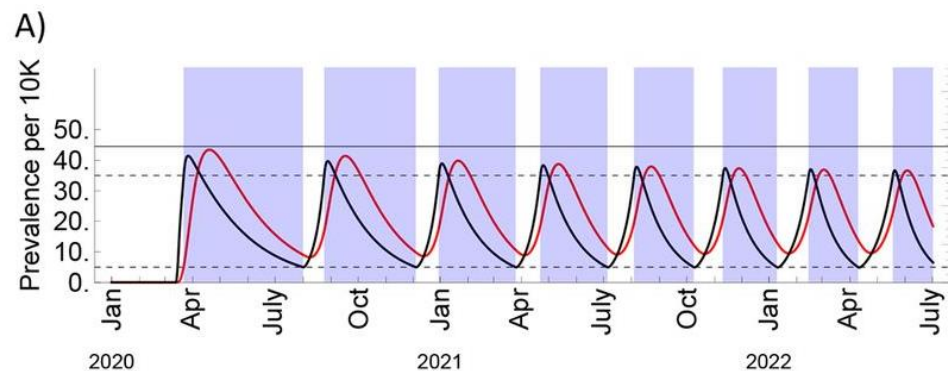
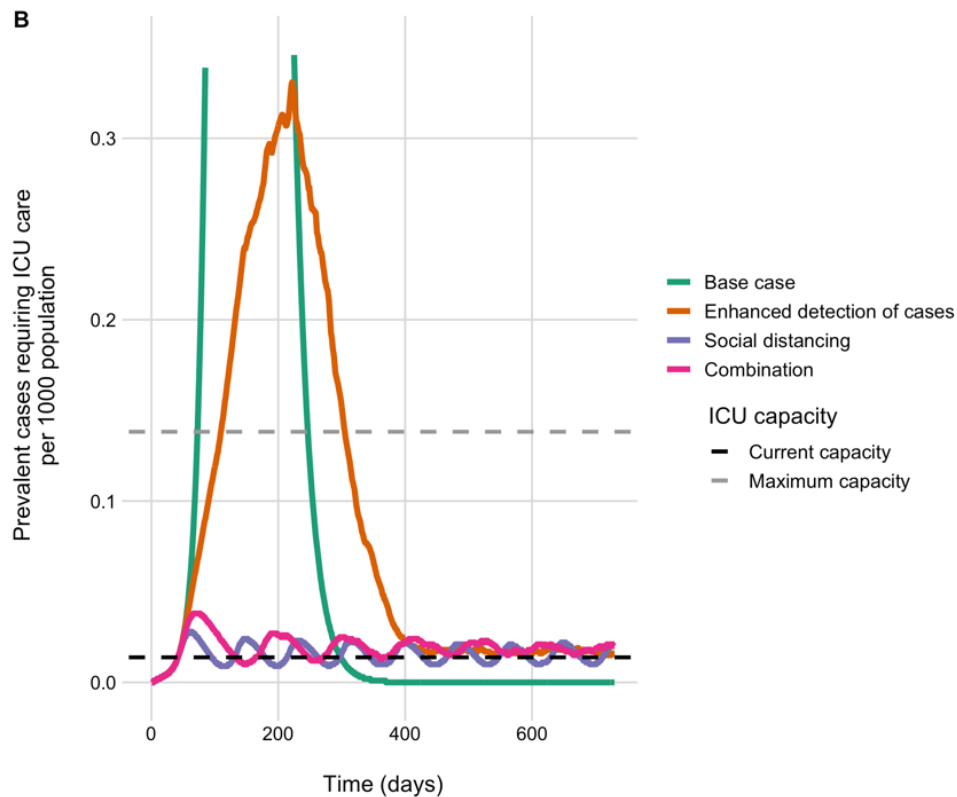
- 예방의 패러독스: 예방한 만큼 감염자 위험 상존

- 보건체계가 허용하는 수준에서 종합방역의 강약/완급조절



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19



Tuite et al., CMAJ 2020; Kissler et al., CMAJ 2020.

# (전망) 서울/경기 IDEA 감염예측곡선 (6차 모델링, 5월 25일)

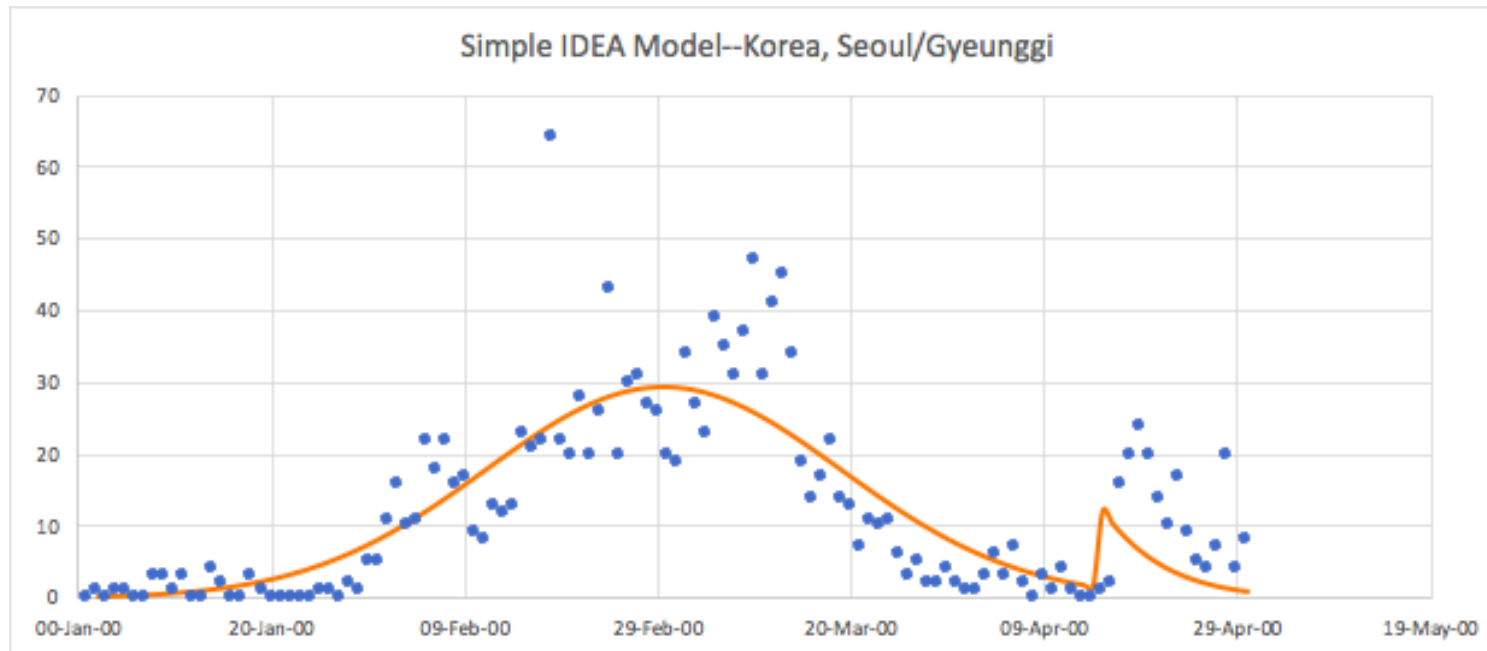


SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

## (6차 모델링 - 서울/경기)

- 5월 초 수도권 집단감염 발생 후 “다이너믹 거리두기 효과” 출현을 입증하는 데이터 패턴
- 생활방역 중에 종합방역의 강약/완급을 조절하면 “작은 파도타기”와 같은 감염 확산/감소 현상 반복
- 경제 활성화와 생활방역의 균형있는 병행의 결과
- 개인방역과 3T를 중심으로하는 종합방역 강력하게 유지토록



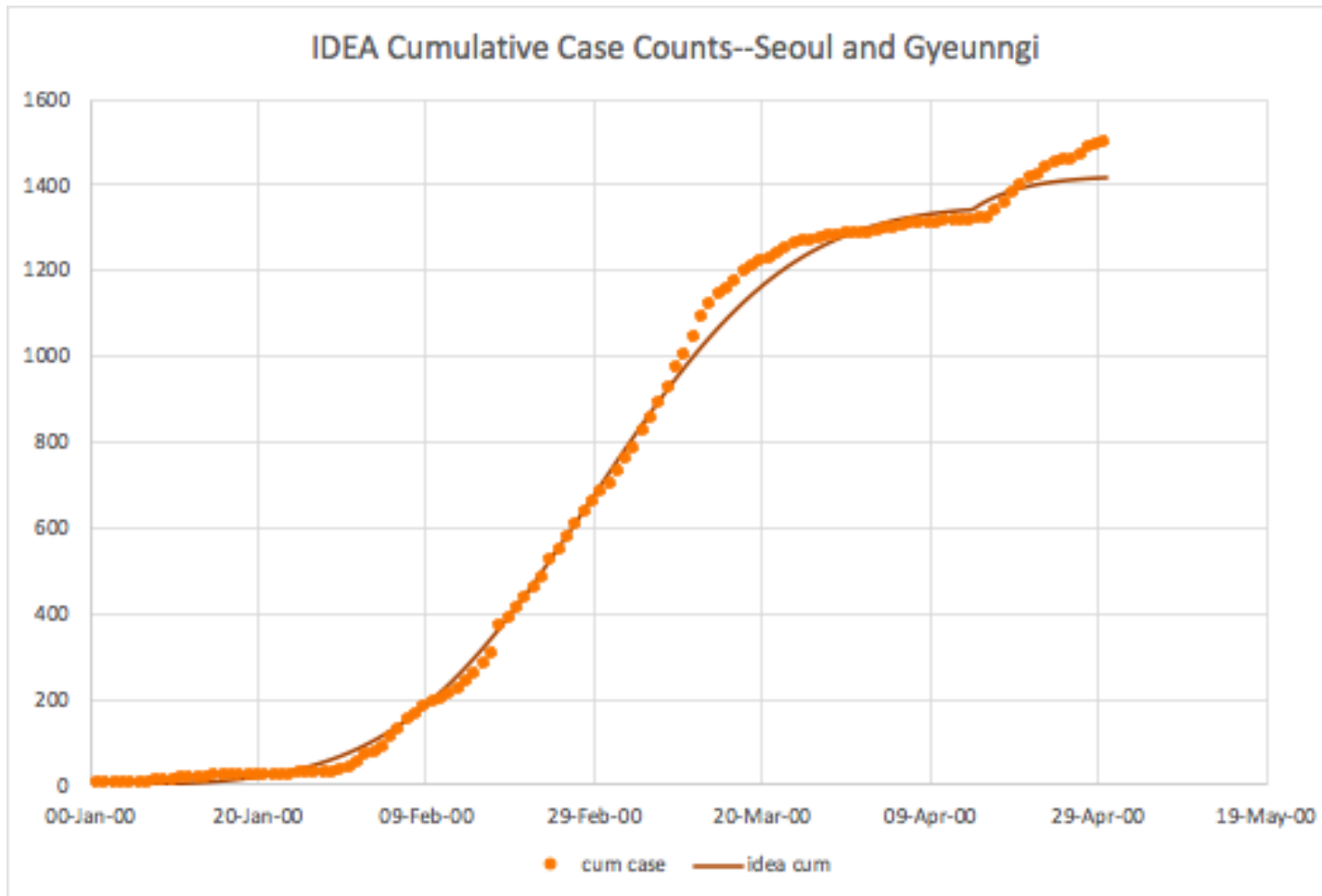


# (전망) 서울/경기 IDEA 총확진자수 예측 (6차 모델링, 5월 25일)



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19



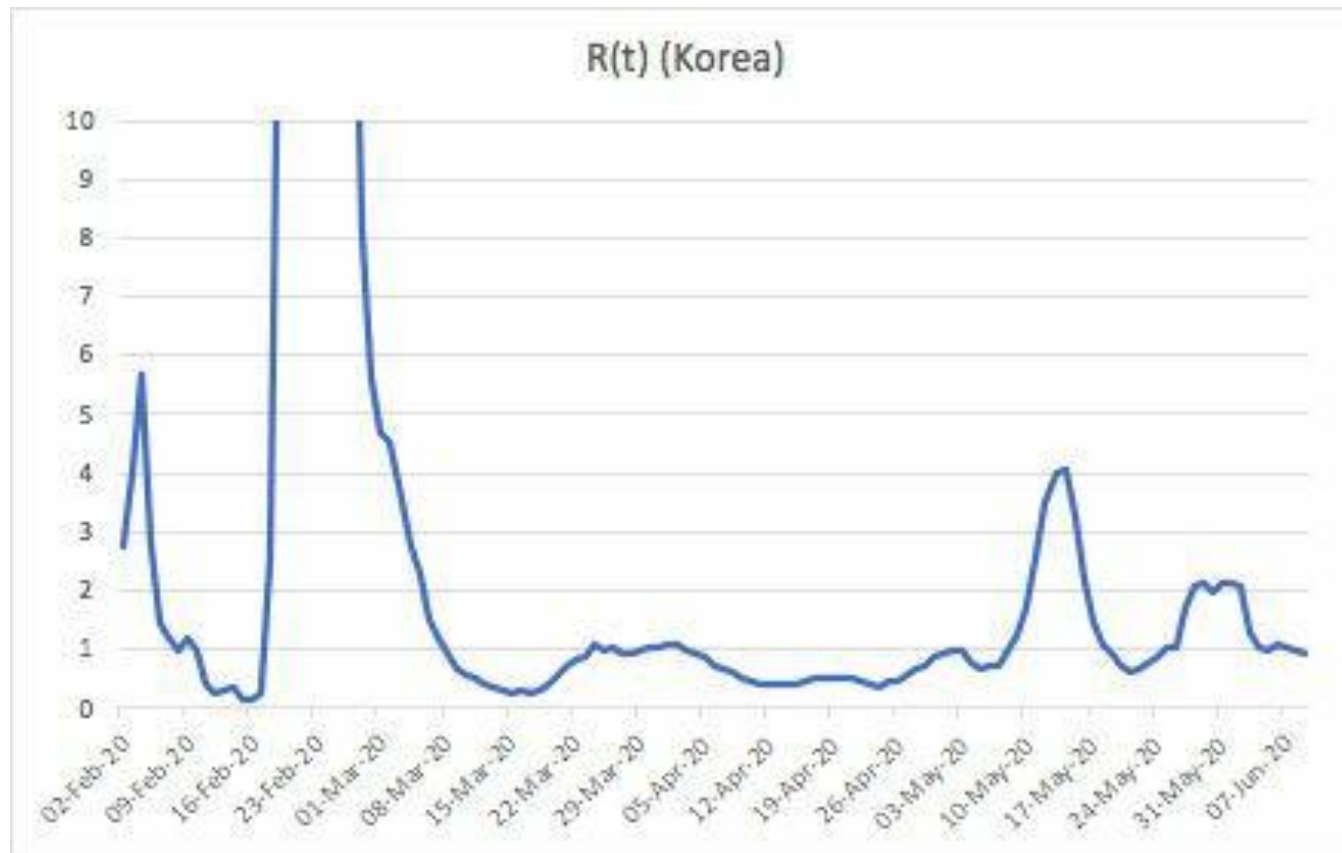
- 강력한 행정명령과 강한 방역 조치를 생활방역 가운데 지속한다는 전제하에 6월말/7월초순에 안정기(1일 확진자수 10~20명) 회복 예측
- 동일한 전제 하에 서울/경기지역 총 확진자수 7월 7일까지 2,430 ~ 2,670 예측
- 2차 파동의 방지를 위해서 강력한 행정명령 조치를 통한 지속적 종합방역 유지토록
- 데이터기준에 따라서 필요시 수도권은 사회적거리두기 복귀준비

# (전망) 17개 시도 통합 IDEA 재생산지수 ( $R_t$ ) 추이 (7차 모델링, 6월 9일)



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19



## (7차 모델링결과, 전국)

- 17개 시도 통합 재생산지수  $R$ 은 6월 9일 1 이하 즉 0.95까지 감소.
- $R$ 은 6월 15일 3.3까지 상승 후 하강하다가 6월 1일 2.1까지 재상승하다가 현재 하강 중
- 중대본이 수도권에서 최근 강력해진 행정명령과 종합방역을 지속한다면 6월말/7월초에  $R$ 지수 0.5까지 감소 가능
- 7월 7일까지 총확진자수는 12,740 ~ 13,060 예측
- 기대치 않은 변수로 감염확대시  $R$ 이 급증하면 "사회적 거리두기"를 포함한 더욱 강력한 방역대책 준비 필요

# 3. 향후 과제

## AI 기반 모델링 – 데이터경제 도약



### 3. 향후과제: AI 기반 모델링 - 데이터경제



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

#### Evidence- Based Policymakers

(데이터/과학 기반  
예견적 보건정책  
→ 항체조사 Serological  
Survey, 치료제 및  
백신개발 등)

#### Blue Data Designers

(Data Lake, Data  
Mountain,  
Data Ocean → Blue Data)  
질본과 학.민.관 협력하여  
고품질 데이터 정제, 관리,  
다출처 데이터 연계

#### AI/Data Science 기반 예측 모델링

(임상데이터 기반 예후예측,  
N차 팬데믹 준비,  
AI 기반한 보건, 교육,  
디지털 경제 추진)

# Serological Survey 항체조사 시급



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

- 항체 표본조사 (  $n = 8,000 \sim 17,000$  )
- 인구특성 및 17개시도별 감염 현황 측정
- 무증상 감염자 지역별 통계 가능
- 정확한 사망률 측정 가능
  
- 향후 코로나19의 2차 파동 준비
- 예측 모델링의 정확성 개선 가능

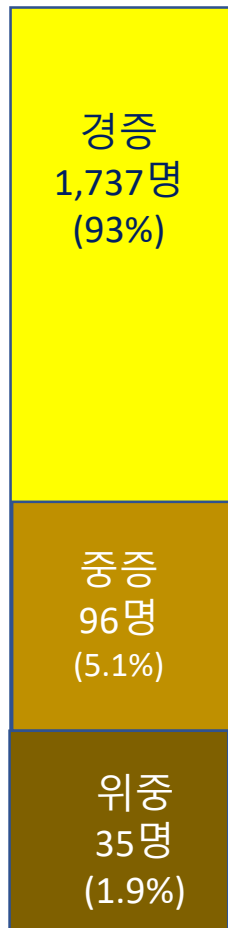
# (전망) 코로나19 확진자 데이터 → AI 활용 치료개선 (입원 2일차 → 14일차)



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

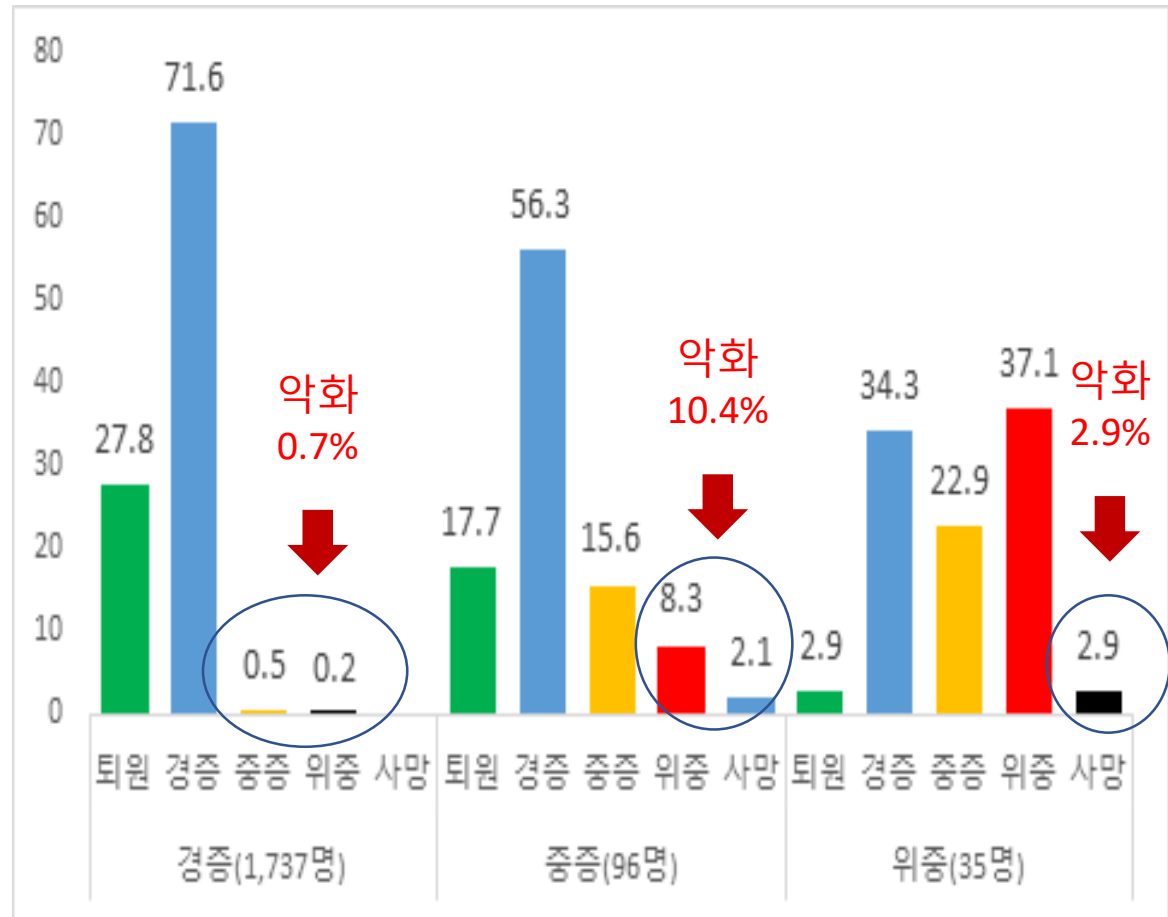
총 1,868명



- 국내 연구진, 임상 데이터를 활용한 환자의 예후예측 방법 연구중

14일 치료 후

- 향후 인공지능 활용시 환자의 회복 증진과 사망 감소를 위한 효과적인 임상치료 가능



# 생활방역 정착과 디지털경제 도약



SEOUL  
NATIONAL  
UNIVERSITY

SNU  
responds to  
COVID-19

- 3단계 생활방역
  - 도입기 (20.5 ~ 20.8): 다이너믹 거리두기의 학습과 생활화
  - 확산기 (20.9 ~ 20.11): 항체검사 활용, AI기반 치료개선
  - 정착기 (20.12 ~ 21.3): 새로운 일상의 정착, 디지털경제 총력
- 경제활성화 주요 대체지표 매주 측정 (High-Frequency Indicators)
  - 국내외 여행유동인구, 호텔 사용률, 대중교통활용률
  - 신용카드, 전기사용, 온라인 소비
  - 데이터 경제 측정 준비 (데이터플랫폼, AI 산업분류 등)
- 방역활동과 경제회복의 Tradeoff 매주 평가/전략 조정



# 감사합니다 Thank You!

통계개발원장 전영일

[aychun@korea.kr](mailto:aychun@korea.kr)