

# MATLAB EXPO

## MATLAB을 사용한 한국형 코로나19 수리모델링

정은옥 교수, 건국대학교



---

## 정은옥

건국대학교 수학과 교수



- 
- 현    건국대학교 수학과 교수  
      코로나19 수리모델링 TF 위원장  
      정책기획위원회(대통령직속) 자문위원  
      한국판 뉴딜 국정자문단(대통령직속) 자문위원
- 전    정부포상 대통령표창(과학기술진흥) 2020  
      한국산업응용수학회 제 7대 회장  
      정책기획위원회 감염병 재난대응 보건의료혁신 TF 위원

# 바이오·보건·의료 산업응용수학 중개연구 & MATLAB

from Math

to Clinic



Mathematical modeling

Simulation

Pre-clinical experiment

Clinical application

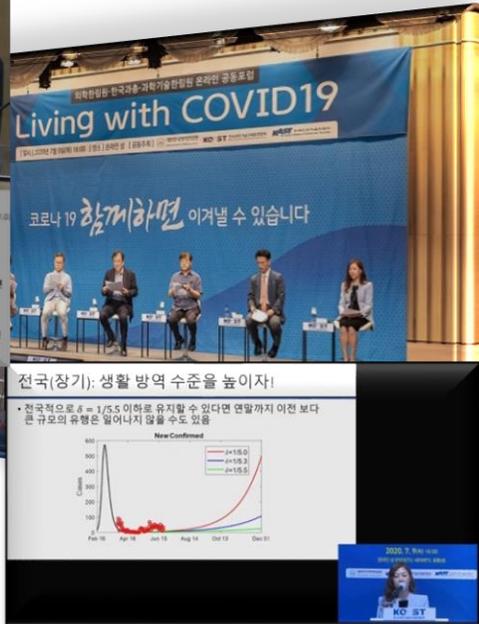
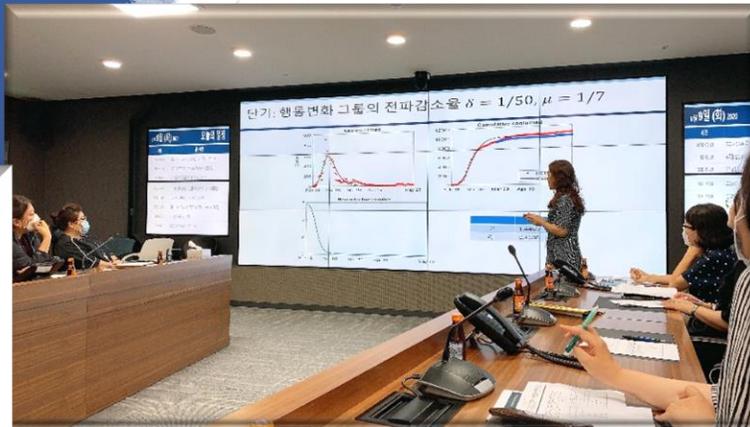
# 코로나19 & 수학

코로나  
바이러스  
감염증-19  
그리고

수학



- 감염재생산지수 추정
- 코로나19 단기, 장기 유행 예측
- 사회적 거리두기를 수리모델로 구현
- 수학으로 정부 방역 전략의 과학적 가이드 라인 제시 AND more...



이날 간담회에 민간 전문가로 기모란 국립암센터 교수, 정은옥 건국대 수학과 교수, 손우식 국가수리과학연구소 감염병연구팀장, 김동현 한림대 사회의학교실 교수, 이정희 중앙대 경제학과 교수, 이재갑 한림대 감염내과 교수가 등이 참석했다.

전문가들은 수리 모형 분석에 의한 코로나19 유행 상황을 전망했다. 이들은 3차 유행 정점 이후 확진자 숫자가 300여명 이하로 내려가지 않고 있어 언제든 재확산 위험이 있다고 분석했다.

동시에 "앞으로 백신 접종이 시작되더라도 사회적 거리두기 등 방역조치가 함께 이뤄지지 않으면 대규모 유행이 발생할 수 있다"며 "백신 접종과 함께 방역조치를 유지해야 한다"고 강조했다.

"사회적 거리두기 재판과 관련 계획"이라고 밝혔다.

간담을 논의하는 자리에서 "유행

전국(장기): 생활 방역 수준을 높이자!

• 전국적으로  $\beta = 1/5.5$  이하로 유지할 수 있다면 연말까지 이전 보다 대규모 유행은 일어나지 않을 수도 있음



# 코로나19 수리모델링 TF팀

대부분 **매트랩 기반 연구**



# 방역정책에 과학적 근거 제시

## 코로나19 수리모델링 TF팀 활동

- 코로나19 수리모델링 TF팀(건국대, 부산대, 경북대, 숭실대, UNIST, 포항공대, 국가수리과학연구소)
- 2년 정도 코로나19 수리모델링 TF 유행예측 레포트 공유  
NIMS 홈페이지를 통해 대중에게 공유/질병관리청/행정안전부
- 9번의 Online-Offline 워크숍 개최:  
의학(백경란교수, 이재갑교수, 이종구교수, 최보울교수, 기모란교수, 조성일교수, 김종훈박사, 장철훈교수, 김장훈교수, 손현진교수, 정희진교수) 기자(김윤미), 질병관리청(김미영과장, 주재신과장, 김성순연구관, 김연주역조관)
- 대한수학회와 질병관리청 MOU 체결

## TF팀 주관 워크숍



회차	일시	워크숍 주제
1차	2020.7.2	COVID-19 선제적 대응을 위한 수리모델 역할
2차	2020.8.14	수리모델을 통한 코로나19 방역정책 분석
3차	2020.9.18	지역 맞춤형 코로나19 수리모델링
4차	2020.10.23	수학으로 맞서는 코로나19 대유행
5차	2020.11.13	코로나19 Special Session
6차	2020.12.10	부산시와 함께하는 코로나19 수리모델링 워크숍
7차	2021.6.18	수리모델링으로 분석한 코로나19 백신 전략
8차	2021.12.16	포스트 코로나 시대의 수리모델링의 역할과 비전

## TF팀 학술/연구/결과활용 사례(언론 등)

이날 간담회엔 민간 전문가로 기모란 국립암센터 교수, 정은욱 건국대 수학과 교수, 손우식 국가수리과학연구소 감염병연구팀장, 김동현 한림대 사회의학교실 교수, 이정희 중앙대 경제학과 교수, 이재갑 한림대 감염내과 교수가 등이 참석했다.

전문가들은 수리 모형 분석에 의한 코로나19 유행 상황을 전망했다. 이들은 3차 유행 정점 이후 확진자 숫자가 300여명 이하로 내려가지 않고 있어 언제든 재확산 위험이 있다고 분석했다.

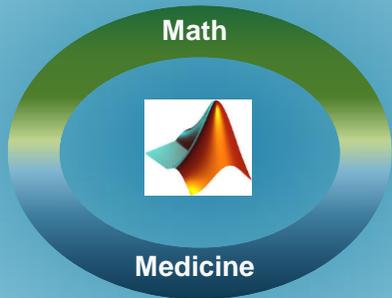
동시에 "앞으로 백신 접종이 시작되더라도 사회적 거리두기 등 방역조치가 함께 이뤄지지 않으면 대규모 유행이 발생할 수 있다"며 "백신 접종과 함께 방역조치를 유지해야 한다"고 강조했다.

## 결과활용 요약

- 서울, 경기, 부산 등의 지역별 감염 환자 양상 분석
- Transmission rate, Rt 예측을 통해 실시된 정책 효과 비교
- 정책 효과 시나리오 기반 향후지역별 감염 환자 양상 예측
- 연령별 사회적 거리두기 효과 분석
- 백신우선순위 및 효과적 백신전략 분석
- 전국, 서울 필요병상 예측

# MATLAB을 사용한 수리모델링 기반 코로나19 유행 예측

WITH 김소영 박사  
고영석 연구원  
이종민 연구원



$$\rho \left( \frac{\mathbf{u}^{n+1} - \mathbf{u}^n}{\Delta t} + \sum_{k=1,2} u_k^n D_k^\pm \mathbf{u}^n \right) = -\mathbf{D}^0 p^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}^{n+1} + \mathbf{f}^n$$

$$\mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}^{n+1} = \sum_j Q_j^{n+1} (\psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}))$$

$$\rho \left( \frac{\mathbf{u}_f^{n+1} - \mathbf{u}^n}{\Delta t} + \sum_{k=1,2} u_k^n D_k^\pm \mathbf{u}^n \right) = -\mathbf{D}^0 p_f^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1} + \mathbf{f}^n$$

$$\mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}_f^{n+1} = 0$$

$$\begin{cases} \rho \frac{\mathbf{u}_j^{n+1}}{\Delta t} = -\mathbf{D}^0 p_j^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1}, \\ \mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}_j^{n+1} = \psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{u}^{n+1} &= \mathbf{u}_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} \mathbf{u}_j^{n+1} \\ p^{n+1} &= p_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} p_j^{n+1} \end{aligned}$$

# 정부 방역 기간에 따른 코로나-19 수리모델링



$$\frac{dS}{dt} = -\beta(t) \frac{I}{N} S,$$

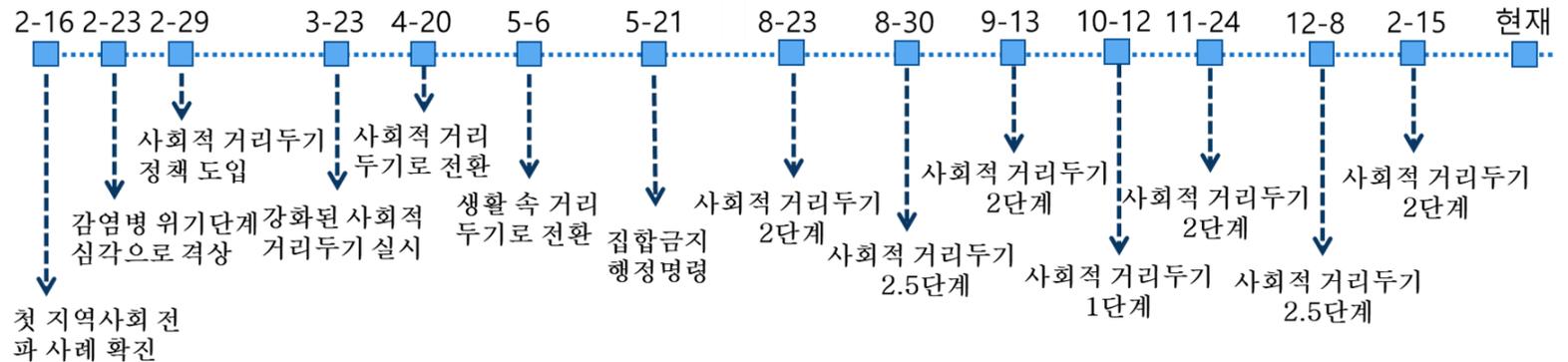
$$\frac{dE}{dt} = \beta(t) \frac{I}{N} S - \kappa E,$$

$$\frac{dI}{dt} = \kappa E - \alpha I,$$

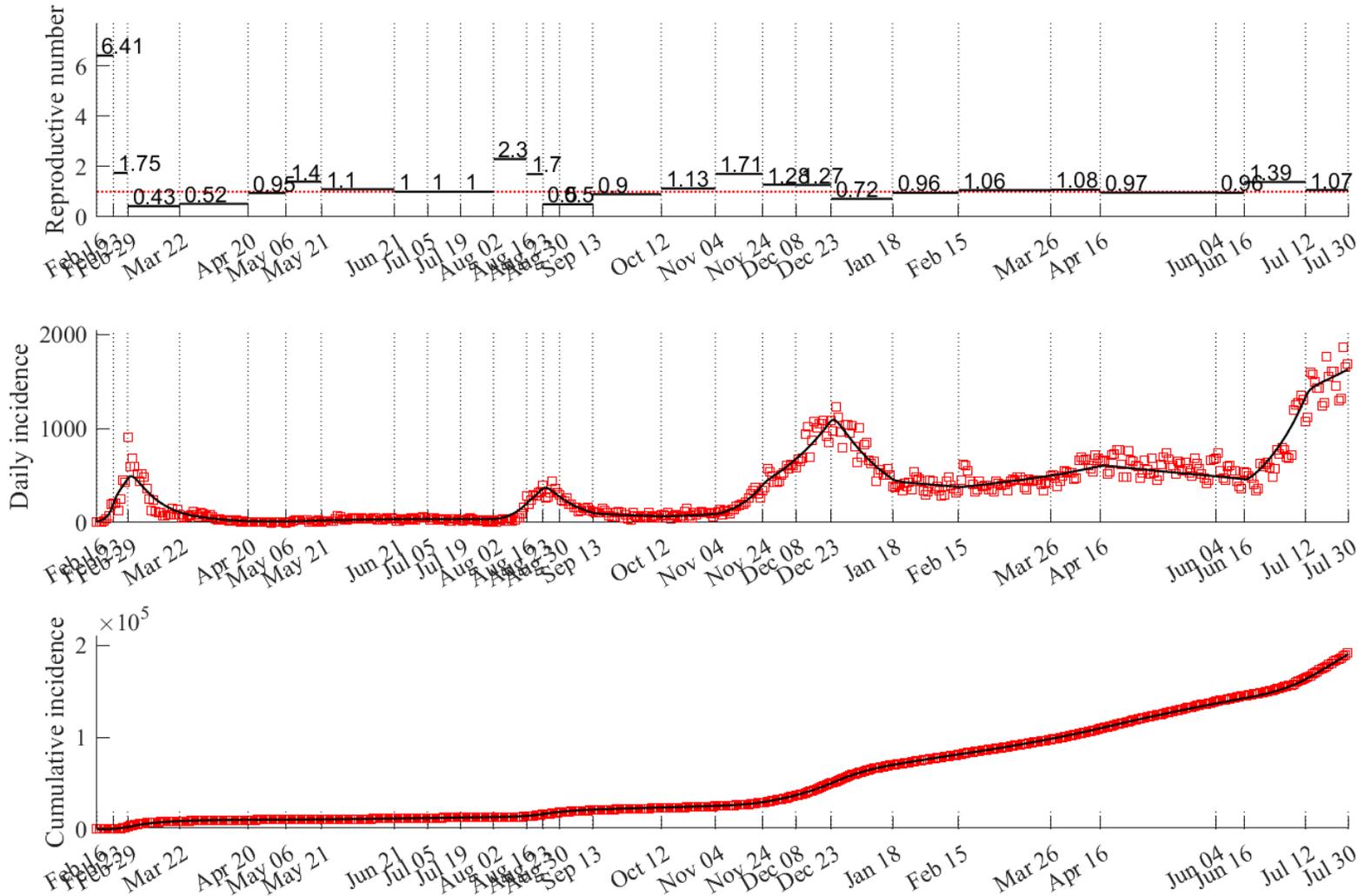
$$\frac{dQ}{dt} = \alpha I - \gamma Q,$$

$$\frac{dR}{dt} = (1 - f)\gamma Q,$$

$$N = S + E + I + R.$$



# 방역정책에 따른 수리모델링 결과



기간	R(t)	
10.12 ~ 11.4	전국 1단계 하향	1.13
11.4 ~ 11.24	재확산 시작 시기	1.71
11.24 ~ 12.8	재확산 구간 분할	1.28
12.8 ~ 12.23	거리두기 2.5단계	1.27
12.23 ~ 1.18	5인 이상 집합 금지	0.72
1.18 ~ 2.15	거리두기 2.5단계	0.96
2.15 ~ 3.26	구간 분할	1.06
3.26 ~ 4.16	구간 분할	1.08
4.16 ~ 6.4	구간 분할	0.97
6.4 ~ 6.16	구간 분할	0.96
6.16 ~ 7.12	거리두기 2단계	1.39
7.12 ~ 현재	거리두기 4단계 (현재)	1.07

# 화물 한 코로나19 수리모델링



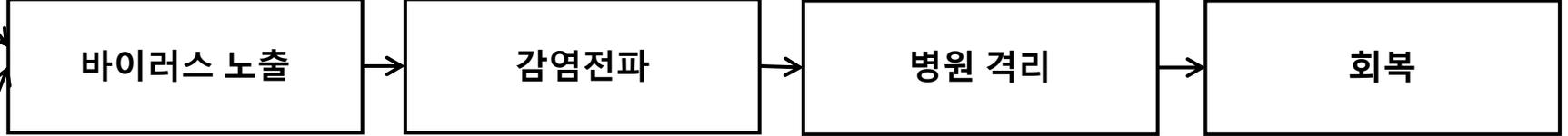
행동변화 감수성  
(일반 감수성군보다  
감염될 확률이 낮음)

감수성군을 감염전파  
감소율에 따라 두  
그룹으로 나눔  
1:1/50 or 1:1/10 ...

감수성



$\delta$



$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{I}{N} S - \beta_F (1 - e^{-\tau Q}) S + \mu \frac{S+R}{N} S_F,$$

$$\frac{dS_F}{dt} = \beta_F (1 - e^{-\tau Q}) S - \delta \beta \frac{I}{N} S_F - \mu \frac{S+R}{N} S_F,$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{I}{N} S + \delta \beta \frac{I}{N} S_F - \kappa E,$$

$$\frac{dI}{dt} = \kappa E - \alpha I,$$

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha I - \gamma Q,$$

$$\frac{dR}{dt} = (1-f)\gamma Q,$$

$$N = S + S_F + E + I + Q + R.$$

$\delta$ : 행동변화로 인한 감염전파율 감소율

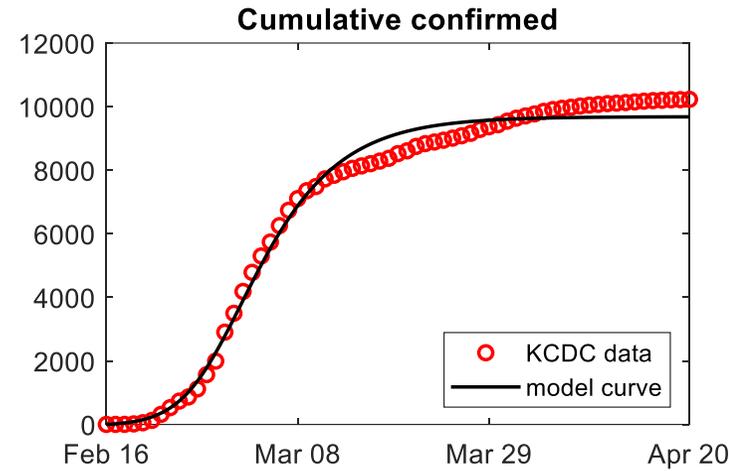
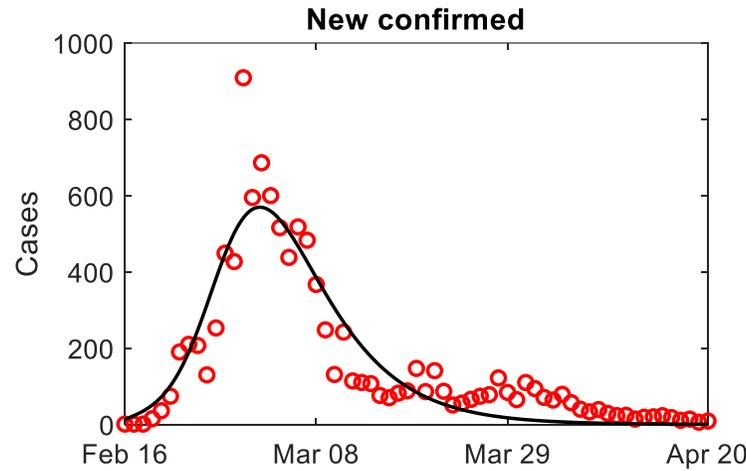
사회적 거리두기의 강도

$\beta_F$ : 감수성그룹에서 행동변화 감수성그룹으로 가는 행동변화율

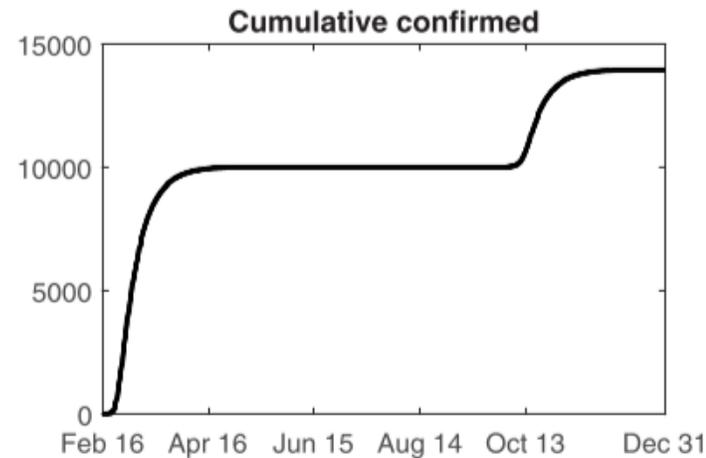
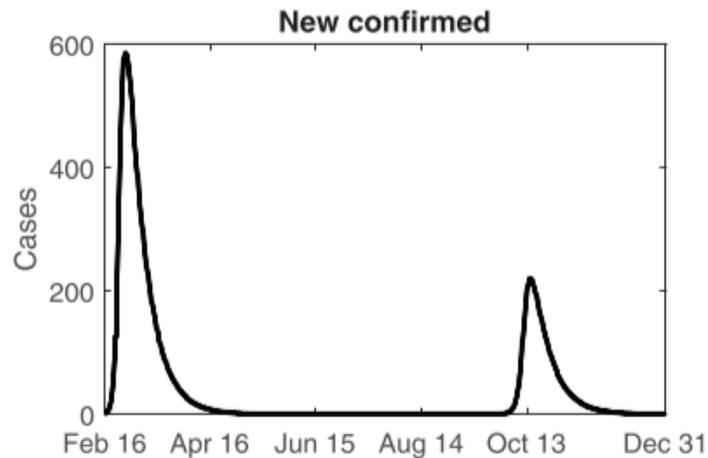
사회적 거리두기 속도

- Theoretical Biology and Medical Modeling (2020): with 기모란교수
- PLOS ONE (2020): with 김예진교수
- Epidemiology and Health (2020)
- J. Korean Med. Sci. (2020): with 백경란교수, 김예진교수

# 사회적 거리두기 강도/ 2차 유행 경고 (매틀랩 시뮬레이션)



$$\delta = 1/50$$



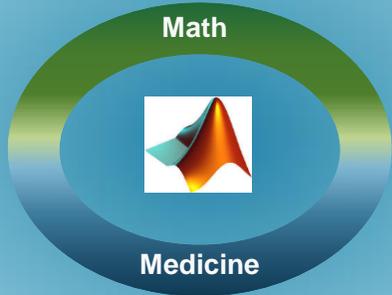
$$\delta = 1/4$$

✓ 수리모델링으로 재유행 경고  
PLOS ONE (2020): with 김예진교수

Fig 4. Expected number of cases from the model until the end of 2020. Daily (left) and cumulative (right) number of confirmed cases.

# 매트랩을 사용한 수리모델링 기반 비약물적 중재정책 분석

- I. 사회적 거리두기 (순기능) 경제적효과 분석
- II. 방역정책 변화에 따른 감염재생산지수와 유동 데이터 비교
- III. 이탈리아 VS. 대한민국 코로나19 유행



$$D^0 \cdot \mathbf{u}^{n+1} = \sum_j Q_j^{n+1} (\psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}))$$

$$\rho \left( \frac{\mathbf{u}_f^{n+1} - \mathbf{u}^n}{\Delta t} + \sum_{k=1,2} u_k^n D_k^+ \mathbf{u}^n \right) = -D^0 p_f^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1} + \mathbf{f}^n$$

$$D^0 \cdot \mathbf{u}_f^{n+1} = 0$$

$$\begin{cases} \rho \frac{\mathbf{u}_f^{n+1}}{\Delta t} = -D^0 p_j^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1}, \\ D^0 \cdot \mathbf{u}_j^{n+1} = \psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathbf{u}^{n+1} = \mathbf{u}_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} \mathbf{u}_j^{n+1} \\ p^{n+1} = p_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} p_j^{n+1} \end{cases}$$

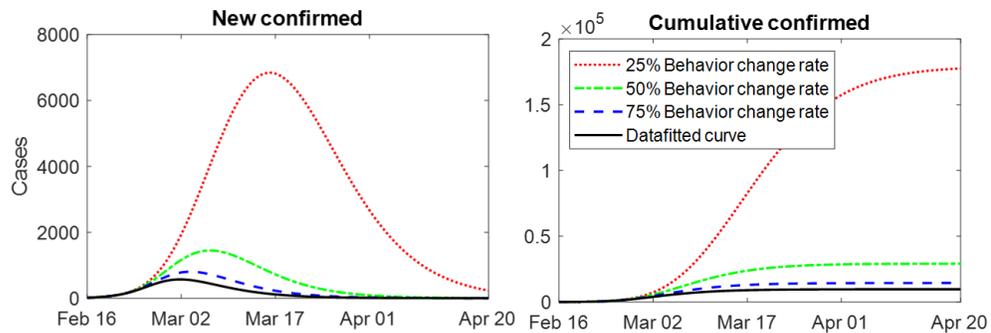
# 사회적 거리두기(순기능) 경제적효과 분석

✓ 정책위원회 정책 과제로 수행

예시 1

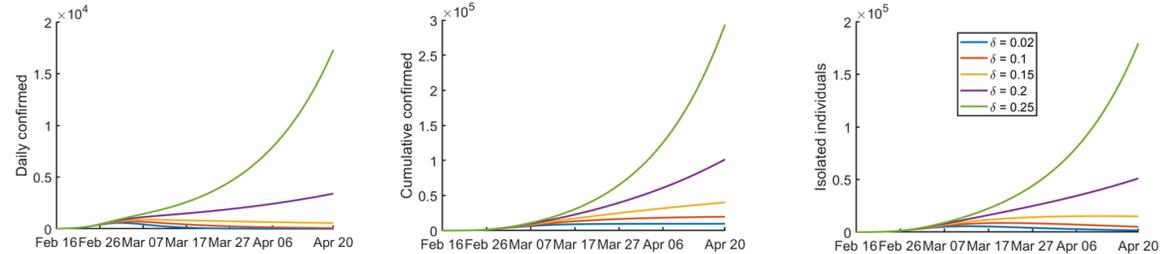
환자1인당: 최소 4,400만원  
사망자1인당: 약 5억

강화된 사회적 거리두기가 천천히 진행되었다면( $\beta_F$ )



4월 20일까지	누적 환자수 (실제 10,258명)	사망자수 (2.3%)	일일 최대 병상수
$\beta_F$	10,500	241	5,600
$75\% \times \beta_F$	14,000	322	8,200
			3,500(확진자)x4,400만원=1,540억원 81(사망자)x5억원=405억원 합: 1,945억원
$50\% \times \beta_F$	29,000	667	16,000
			18,500(확진자)x4,400만원=8,140억원 426(사망자)x5억원=2,130억원 합: 10,270억원
$25\% \times \beta_F$	178,000	4,094	90,000
			167,500(확진자)x4,400만원=73,700억원 3,853(사망자)x5억원=19,265억원 합: 92,965억원

사회적 거리두기가 완화되었다면( $\delta$ )...



4월 20일까지 $\delta$	누적 환자수	사망자수 (2.3%)	일일 최대 병상수
0.02	10,500	241	5,600
0.1	19,600	453	8,700
			8,100(확진자)x4,400만원=3,600억원 112(사망자)x5억원=560억원 합: 4,160억원
0.15	40,100	922	15,200
			28,500(확진자)x4,400만원=125,400억원 426(사망자)x5억원=2,130억원 합: 127,530억원
0.2	101,100	2,333	51,000
			90,600(확진자)x4,400만원=399,000억원 2,092(사망자)x5억원=10,460억원 합: 409,460억원
0.25	294,000	6,756	179,000
			283,500(확진자)x4,400만원=1,247,700억원 3,853(사망자)x5억원=19,265억원 합: 1,266,965억원

코로나19로 인한 질병비용은 얼마나 들까

연합뉴스가 코로나19 유행 시나리오를 바탕으로 코로나19 질병비용 분석  
(사회적 거리두기로 인한 영업중단, 등교연기 등에 의해 파생된 경제적 손실 제외)

환자 1명당 최소 4,400만원

1명의 코로나19 수퍼전파자가 4일 후 21명을 집단으로 감염시키고,  
이들 21명이 4일 후 3.5명씩 감염시켜 8일간 총 95.5명의 환자가 발생했다고 가정

1 직접 의료비  
• 1인당 625만원  
• 95.5명이 총 5억9,673만원

무증상·경증환자: 4억6,327만원  
중증환자: 1억3,346만원

2 비직접 의료비  
• 1인당 430만원  
• 총 4억원

역학조사 비용: 620만원  
데이터 관리비: 2억7,000만원  
육아 및 가사노동 비용: 1억3,100만원

3 간접비(노동손실액\*)  
• 1인당 3,370만원  
• 총 32억1,475만원

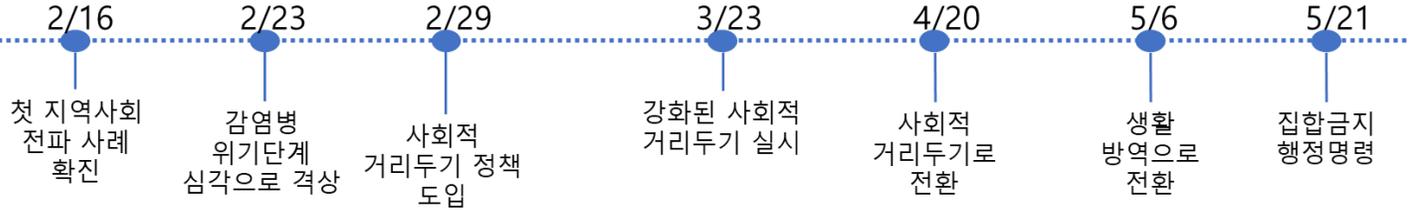
격리대상자 1인당: 77만원  
확진자 1인당: 155만원  
→ 확진자 1명당 접촉자 수만큼 격리

\*확진자와 격리대상자가 일치하지 못해 발생한 경제적 손실

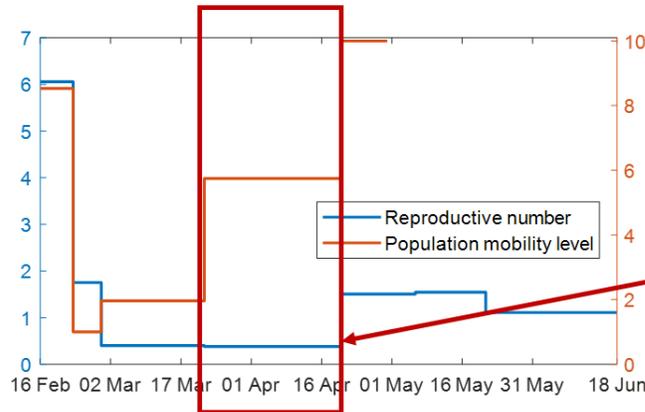
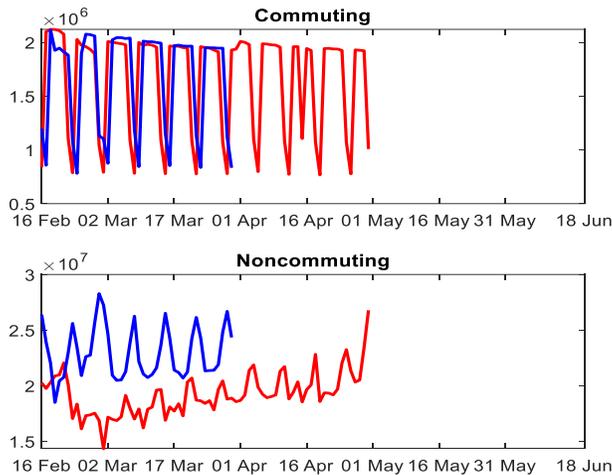
자료 / 질병관리본부, 건강보험공단 등  
김영은 기자 / 20200518  
트위터 @yornhap\_graphics 페이스북 tuney.kr/LeYn1

연합뉴스  
YONHAPNEWS

# 초기 유행 당시 국민들이 방역전략보다 먼저 움직였다?!



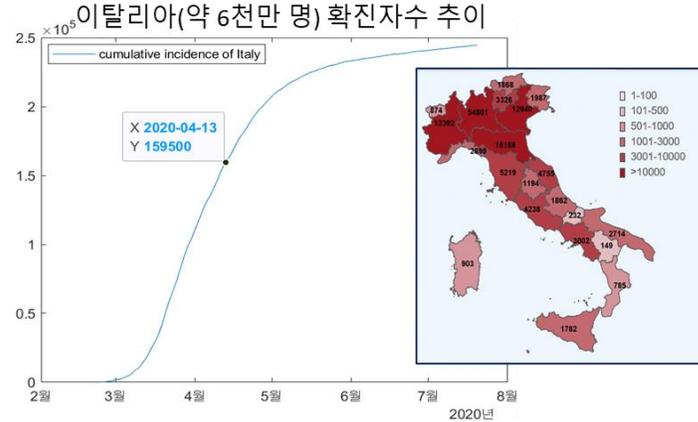
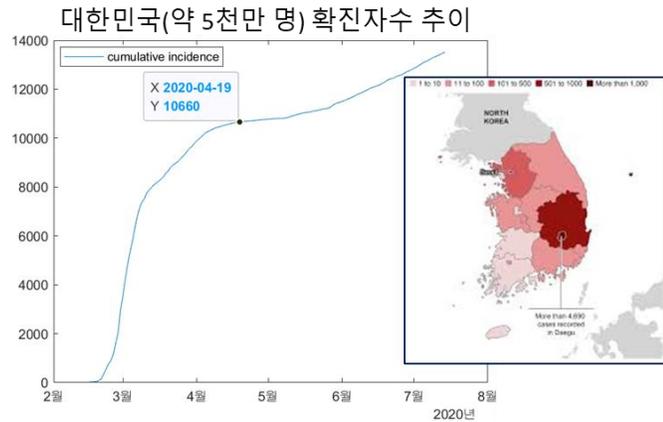
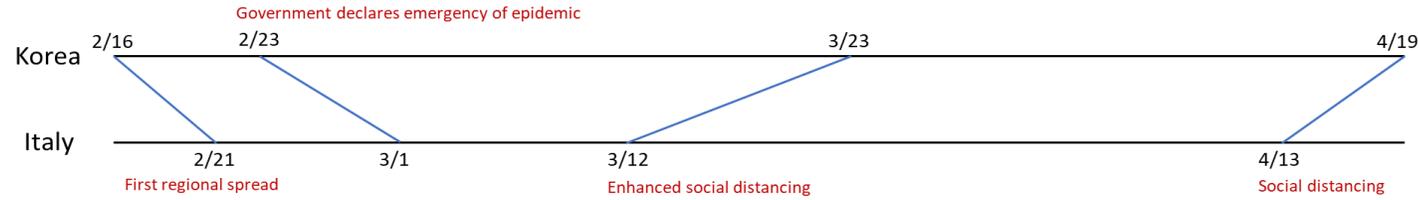
- 인구의 이동과 감염전파율 사이에는 양의 상관관계
- 감염률을 낮추기 위해서 인구 이동을 무조건 낮추어야 하는 것은 아님



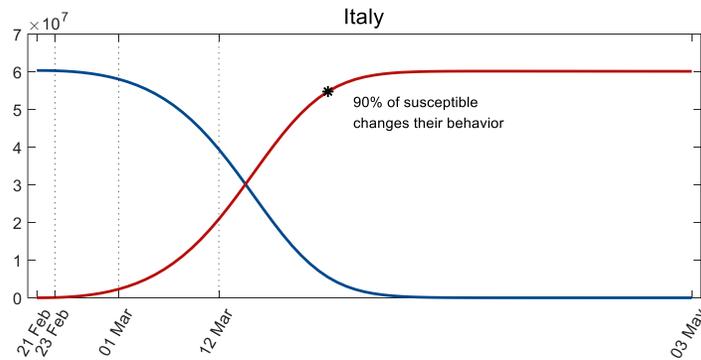
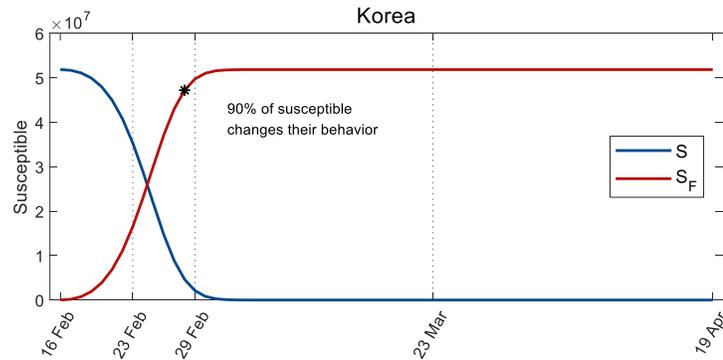
강화된 사회적 거리두기 기간 (3월 23일부터 4월 20일) 봄 나들이객 증가 등으로 인해 인구가동은 2월 29일부터 22일까지의 이동보다 상대적으로 증가하였지만 감염전파율은 감소

- 개인위생 등 기타 방역수칙을 더 강조하는 자료로 사용할 수 있을 듯

# 초기 유행 당시 이탈리아의 확진자가 많은 이유?



행동변화 감수성  
그룹으로 가는 속도도  
중요!!



# 매트랩을 사용한 수리모델링 기반 약물적 중재정책 분석

## I. 백신우선순위 전략

## II. 연령군, 백신, 변이 모두를 고려한 수리모델링

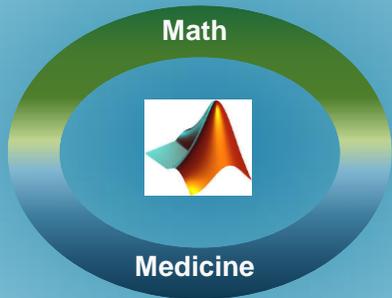
$$\rho \left( \frac{\mathbf{u}^{n+1} - \mathbf{u}^n}{\Delta t} + \sum_{k=1,2} u_k^n D_k^\pm \mathbf{u}^n \right) = -\mathbf{D}^0 p^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}^{n+1} + \mathbf{f}^n$$

$$\mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}^{n+1} = \sum_j Q_j^{n+1} (\psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}))$$

$$\rho \left( \frac{\mathbf{u}_f^{n+1} - \mathbf{u}^n}{\Delta t} + \sum_{k=1,2} u_k^n D_k^\pm \mathbf{u}^n \right) = -\mathbf{D}^0 p_f^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1} + \mathbf{f}^n$$

$$\mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}_f^{n+1} = 0$$

$$\begin{cases} \rho \frac{\mathbf{u}_j^{n+1}}{\Delta t} = -\mathbf{D}^0 p_j^{n+1} + \mu \sum_{k=1,2} D_k^+ D_k^- \mathbf{u}_f^{n+1}, \\ \mathbf{D}^0 \cdot \mathbf{u}_j^{n+1} = \psi_j(\mathbf{x}) - \psi_E(\mathbf{x}) \end{cases} \quad \begin{cases} \mathbf{u}^{n+1} = \mathbf{u}_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} \mathbf{u}_j^{n+1} \\ p^{n+1} = p_f^{n+1} + \sum_j Q_j^{n+1} p_j^{n+1} \end{cases}$$

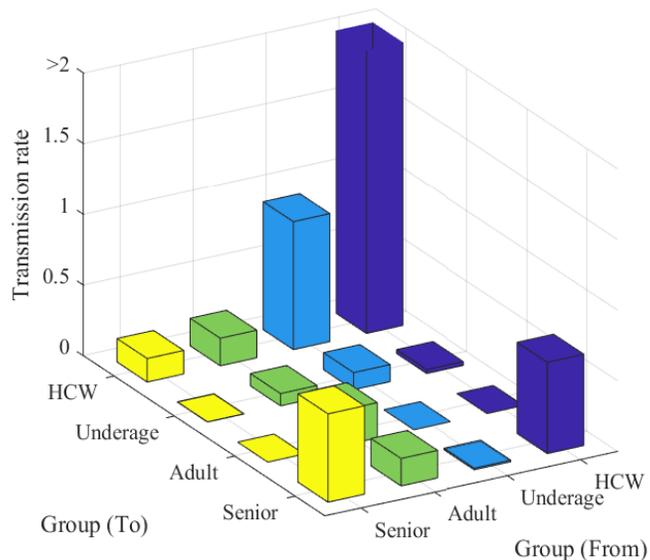


# 백신우선순위(단기)

## (질병관리청 정책용역과제)

1군: 의료종사자 (57만명)  
 2군: 미성년자: 20세 미만 (927만명)  
 3군: 의료종사자를 제외한 70세 미만 성인 (3623만명)  
 4군: 70세 이상 고연령자 (527만명)

- 의료종사자의 높은 피감염위험을 확인
- 요양원 집단감염과 같은 위험이 평균적으로 반영
- MLE 방법으로 구현한 감염전파 매트릭스는 국내외 처음으로 개발



감염위험 매트릭스

### Maximum Likelihood Estimation(MLE)를 이용한 집단 간 감염전파율 추정



- 집단 간의 감염 위험도 측정을 위하여 최대우도추정(MLE)를 적용
- 집단  $Y$ 에 의해 집단  $X$ 의 개인이 감염되는 감염전파율을  $\beta_{YX}$ 로 표기
- 시점  $t$ 에서 집단  $X$ 의 개인  $i$ 가 감염되지 않고 다음 시점( $t + 1$ )에 도달할 확률( $p_{sur, X, i}(t)$ )

$$p_{sur, X, i}(t) = \exp\left(-\frac{\sum \beta_{YX} I_Y(t)}{N}\right)$$

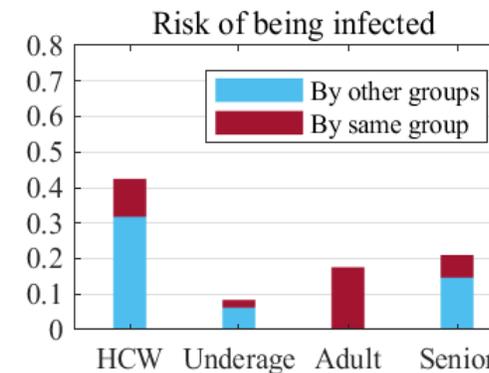
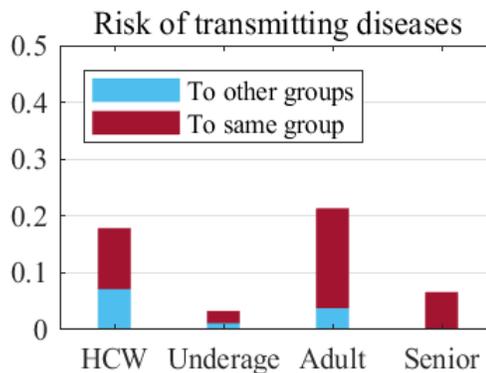
- $I_Y(t)$ 는 시점  $t$ 에서 감염전파력이 있는 집단  $Y$ 의 감염자 숫자임
- 특정 시점  $t$ 에서 집단  $X$ 의 개인  $i$ 가 감염되어 다음 시점( $t + 1$ )에 도달할 확률( $p_{inf, X, i}(t)$ )

$$p_{inf, X, i}(t) = 1 - \exp\left(-\frac{\sum \beta_{YX} I_Y(t)}{N}\right)$$

- 우도는 모든 개인에 대한 확률들의 곱이며 아래와 같음. 이를 최대화 시키는 감염위험도를 추정

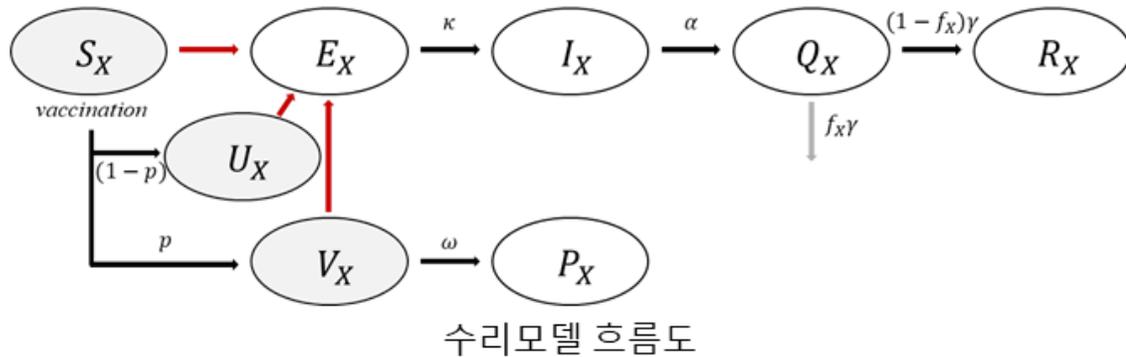
$$L = \prod_X \left\{ \prod_{i \in X_i} \left[ \left( \prod_{j=0}^{t_{inf, X_i, i} - 2} p_{sur, X_i, i}(j) \right) p_{inf, X_i, i}(t_{inf, X_i, i} - 1) \right] \prod_{k \in X_S} \left( \prod_{j=0}^{t_f - 1} p_{sur, X_S, k}(j) \right) \right\}$$

- 각 집단 별 인구 수로 보정한 감염위험도 분석
  - 감염될 위험(우): 의료종사자-고연령자-성인-미성년자 순
  - 감염을 전파시킬 위험(좌): 성인- 의료종사자 -고연령자-미성년자



# 백신접종을 고려한 코로나19 수리모델링

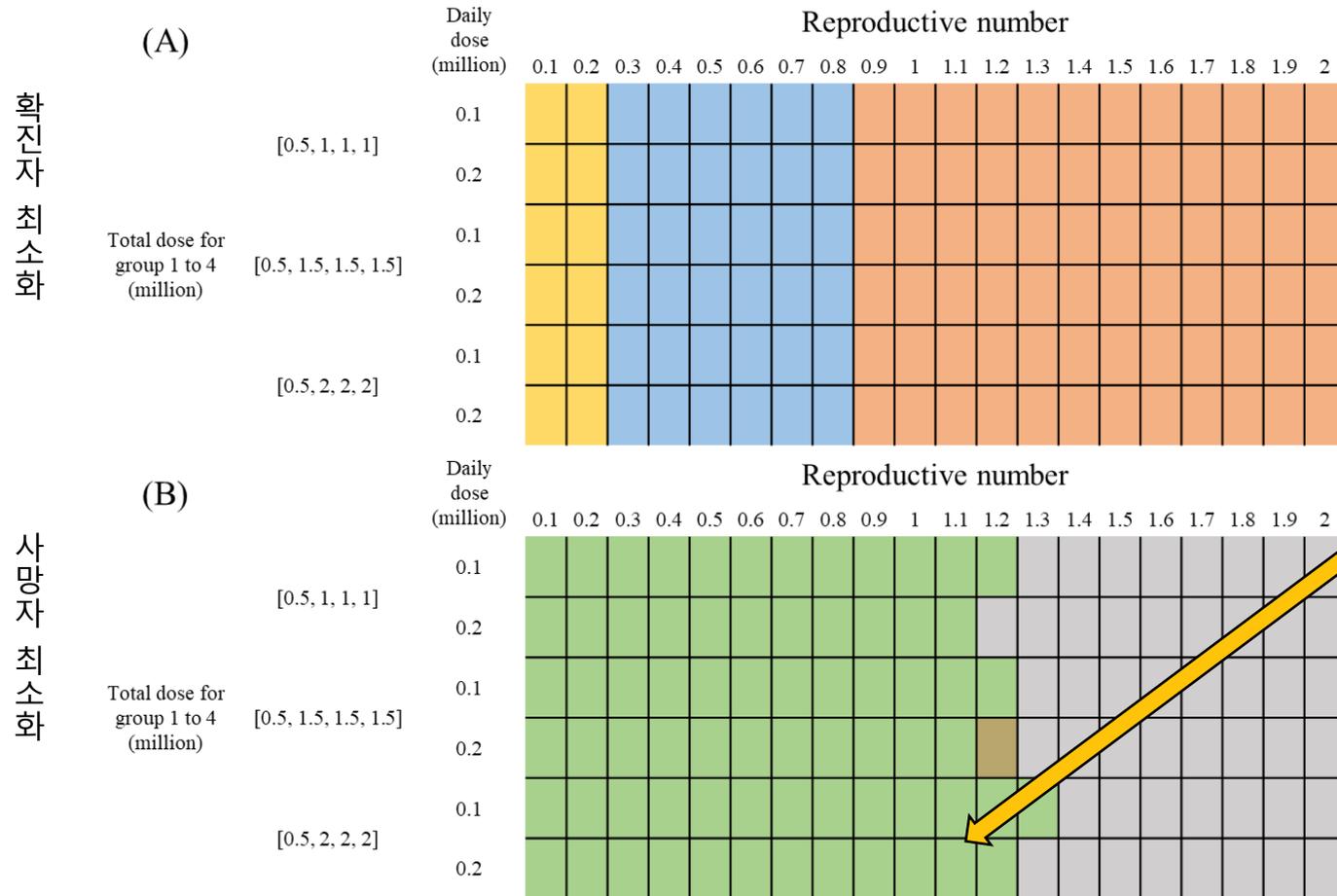
- **확진자수 혹은 사망자수를 최소화하기 위한 백신우선순위 전략**
- 백신접종을 고려하여 기존의 집단 이질성을 고려한 코로나19 수리모델은 다음과 같이 확장됨
  - 어떤 사람이 백신접종이 될 경우, 일정 확률( $p$ )로 백신 접종에 대한 효과를 가질 그룹으로 이동
- 백신효율성은 70%-90%, 면역을 가지기까지 기간은 14일로 설정
- 접종량 및 감염재생산지수를 고려한 시나리오는 총 120가지이며 아래의 표와 같음
- 시뮬레이션은 현재 날짜를 기준으로 100일-180일 동안 연장하여 진행
- 모든 시나리오에서 의료종사자 집단의 접종량으로 50만 dose 적용



총 접종량	일일 접종량	감염재생산지수
1, 2, 3, 4군 각각 [50, 100, 100, 100만]	10만	0.1, 0.2, ... 1.9, 2
[50, 150, 150, 150만]	20만	-> 20가지
[50, 200, 200, 200만]	-> 2가지	총 3X2X20=120가지
-> 3가지		

백신 우선 순위 설정 시나리오

# 시나리오별 백신 우선순위 결과



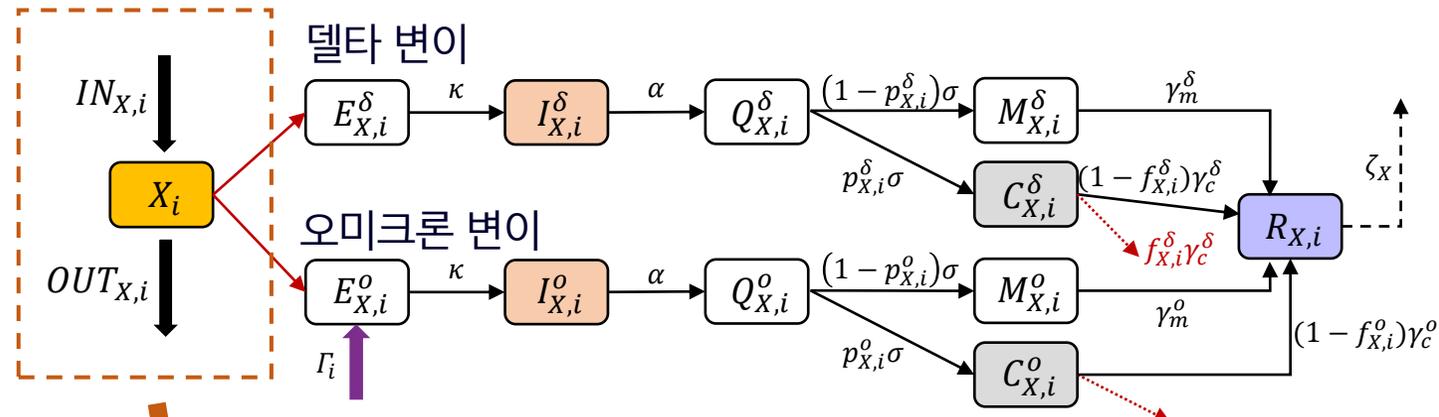
- 2월 25일 접종 시작 당시 감염재생산지수는 1~1.1 사이임
- 수리모델링 결과 사망자수 최소화 전략인 정부의 백신접종 우선순위와 같게 나옴

1-4-3-2 (HCW – Senior – Adult – Underage)	4-1-3-2 (Senior – HCW – Adult – Underage)
1-3-4-2 (HCW – Adult – Senior – Underage)	4-3-1-2 (Senior – Adult – HCW – Underage)
3-1-4-2 (Adult – HCW – Senior – Underage)	3-4-1-2 (Adult – Senior – HCW – Underage)

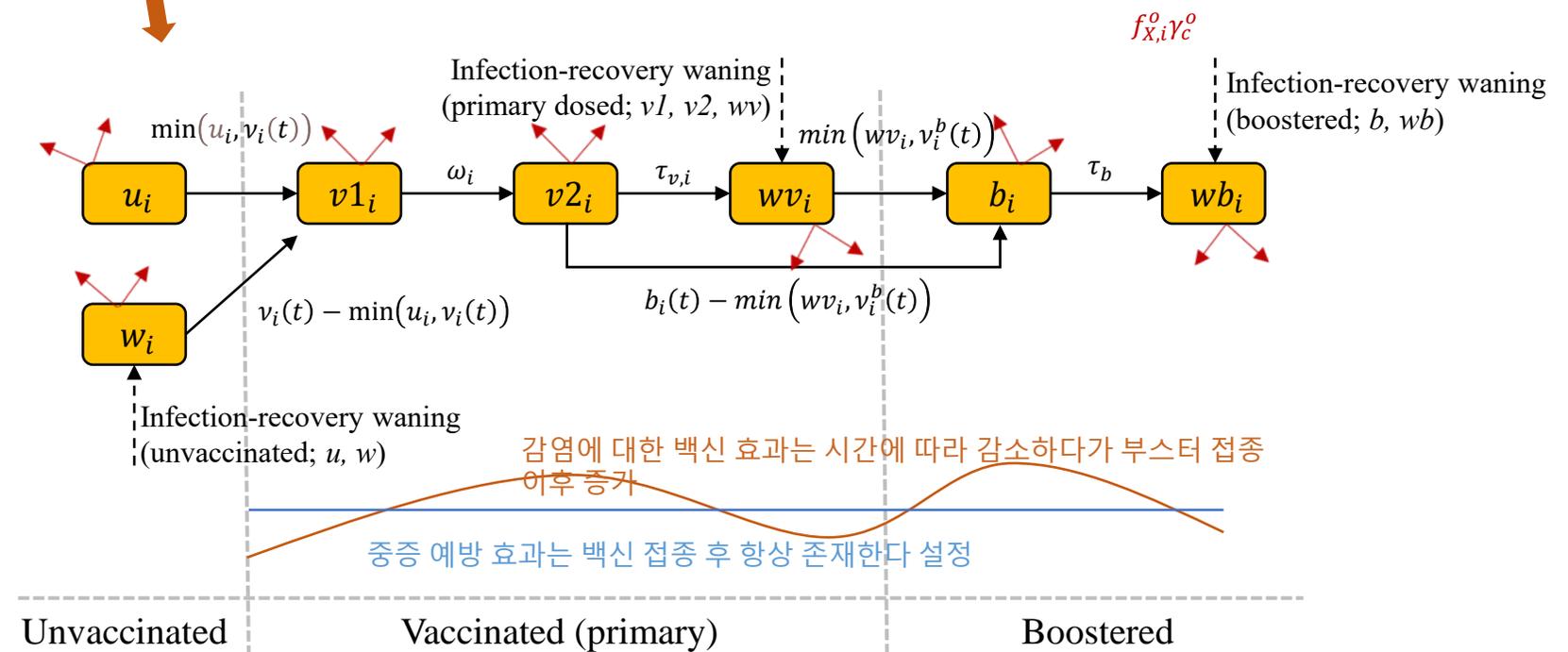
International J. of Environment Research and Public Health (2021) : with 이재갑교수, 권동현과장, 김연주역조관

# 연령군, 변이, 백신, 치료제 고려한 코로나19 수리모델 흐름도

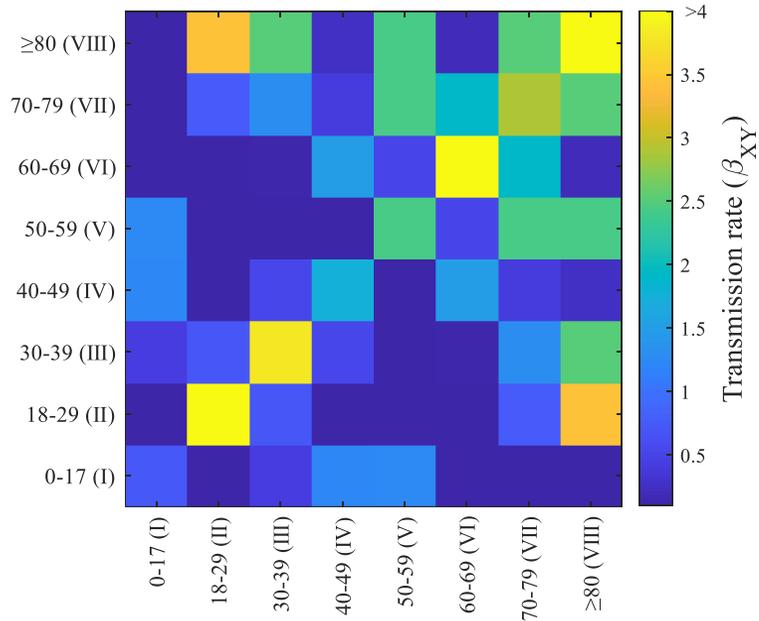
감염 전파 과정 흐름도



백신/백신효과 감소 흐름도



# 연령군, 변이, 백신, 치료제 고려한 코로나19 수리모델링



오미크론 유입 설정  
11월 24일부터 하루당 약 1.05명

추정된 비약물적 중재 효과(감염전파력 감소율)

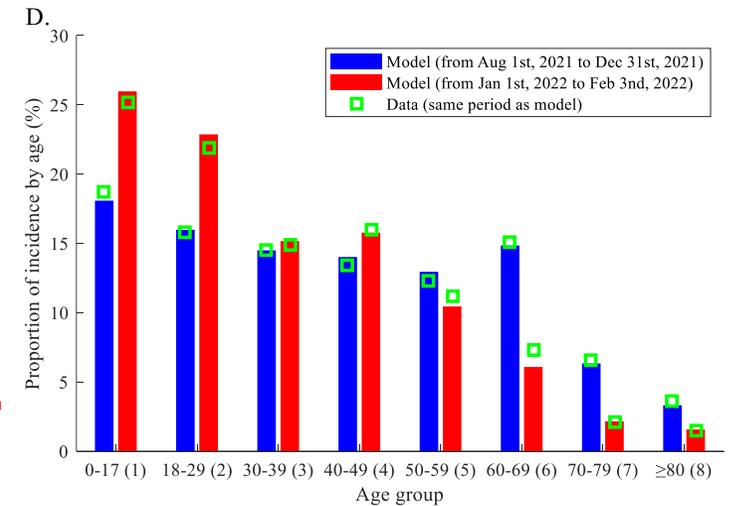
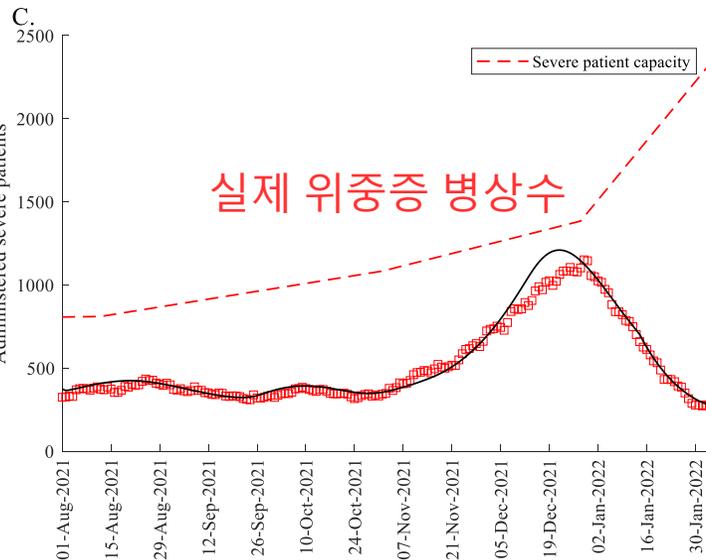
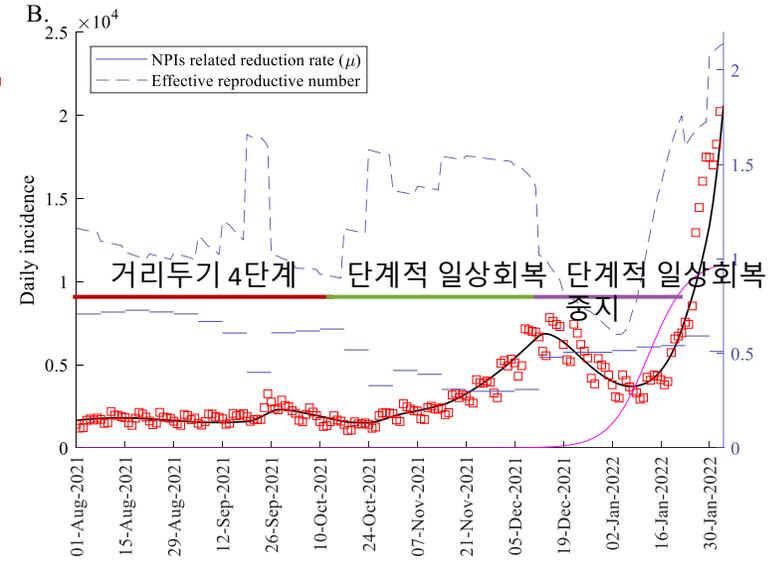
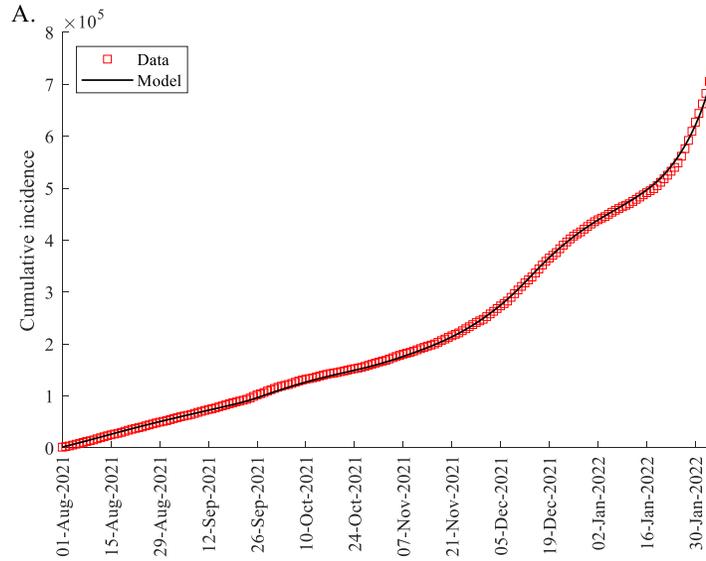
1. 거리두기 4단계: 62 ~ 73%
- \*\* 거리두기 4단계 기간 중 추석 기간은 예외적으로 40%까지 감소

소

2. 단계적 일상회복: 31 ~ 41%
3. 단계적 일상회복 중지: 48 ~ 59%

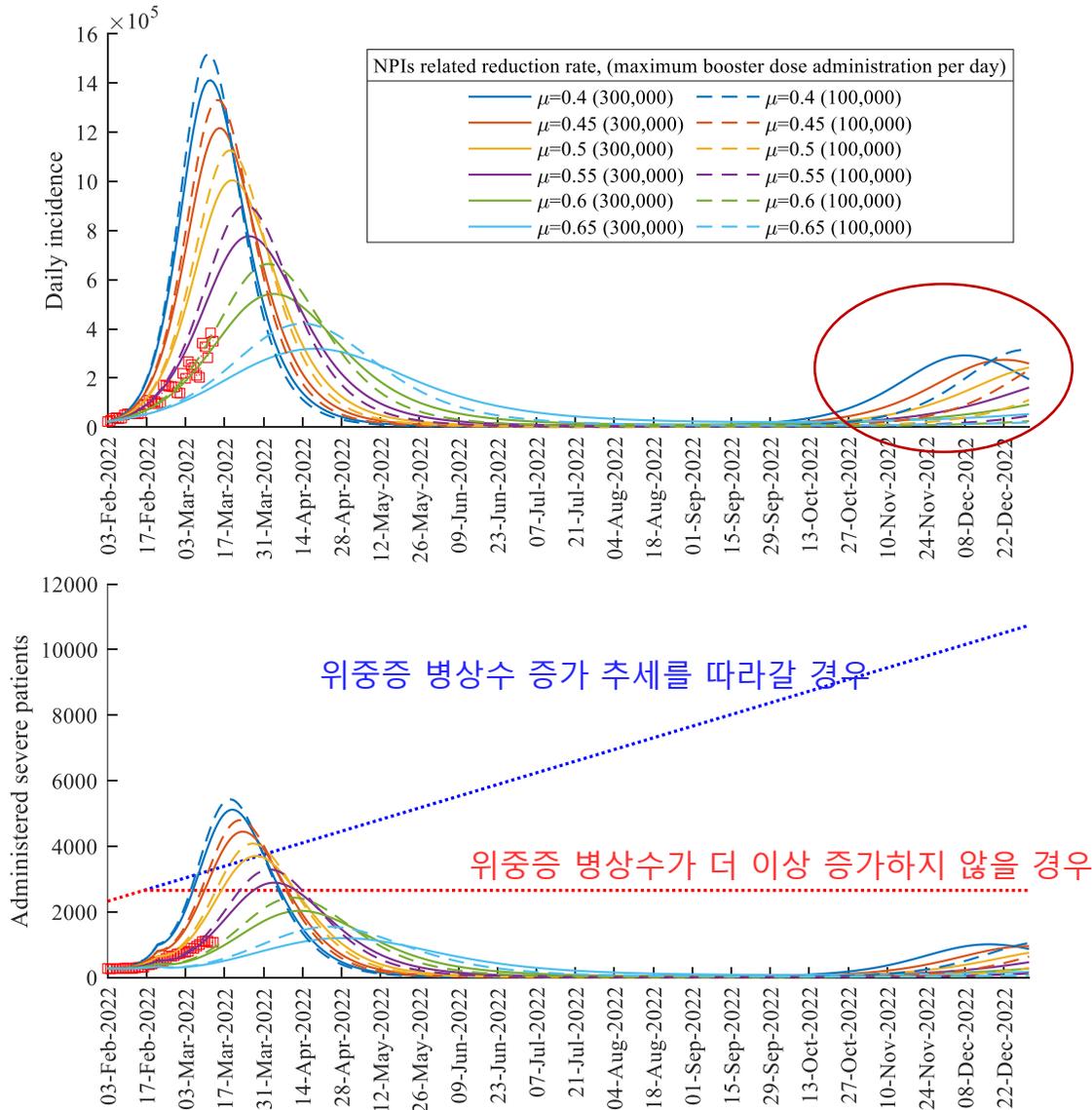
Submitted to J. Korean Med. Sci. (2022):

with 이재갑교수, 서유빈교수, 권동혁과장, 이종걸박사



# 백신 주저(hesitancy) 현상과 비약물적 중재 상황을 고려한 2022년 예측 시뮬레이션

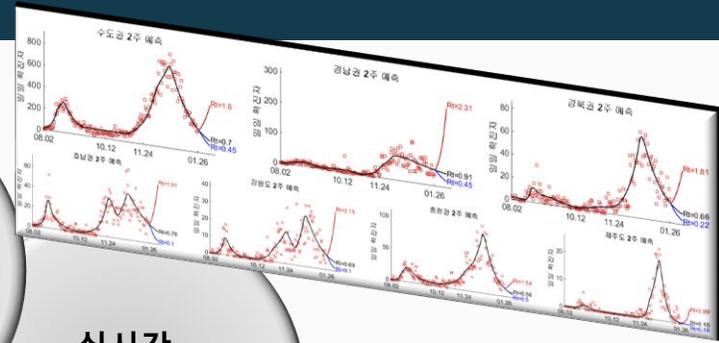
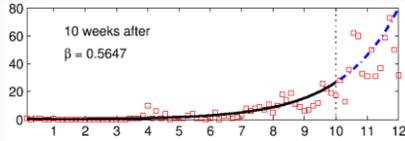
- 백신주저현상과 비약물적 중재의 수준을 고려하여 예측 진행. 실제 발생한 유행이 본 연구의 한 시나리오(초록색 곡선)를 유사하게 따라갔음
- 비약물적 중재의 수준 유지와 백신주저현상의 최소화의 중요성을 강조함. 백신주저현상은 유행의 최대치를 5~20% 증가시킬 수 있음
- 면역 효과 감소에 따른 가을 재유행은 시나리오들에 따라 11월에서 2023년 초로 예측되었지만, 어느 시나리오에서나 내원중인 중증환자 수의 최대치는 첫 유행보다 적음



# 매트랩을 사용한 감염병 수리모델링 방역정책 활용 가능성

신종 인플루엔자

1 weeks



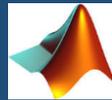
질병관리청 등  
감염병 대응정책  
관리에 수리모델  
기반 과학적  
근거 제시

신속하고  
선제적인 신종  
감염병 대응과  
대처로 국민의  
보건과 삶 향상

실시간  
감염재생산지수  
추정과 유행예측

신종감염병  
출현과 유행  
대비에 능동적  
대응으로  
플랫폼 활용

수리모델 기반  
감염병  
대응 예측시스템  
&

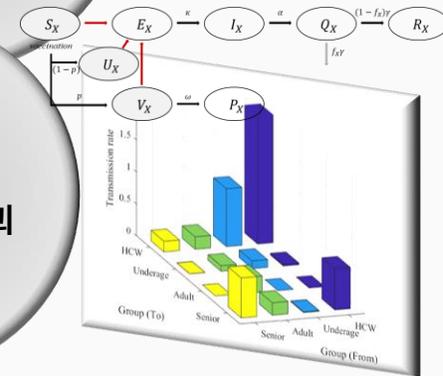


감염병 위기관리  
매뉴얼 마련에  
활용

다학제적 상호  
협력으로 학문  
발전에 시너지  
효과

위기 시  
보건현장이나  
의료기관에서  
실시간 플랫폼  
활용으로  
의료시스템 관리

백신정책 제안  
및  
의료시스템 붕괴  
대비



- 본 연구는 매틀랩을 사용하여 모든 시뮬레이션 결과 도출하였음
- 임상 의사 혹은 정책결정자들과 코로나19의 선제적이고 효과적인 방역 정책에 과학적 근거를 제시하기 위해서는 서로 소통할 수 있는 도구가 필요함. 그 핵심에 매틀랩이 있었기 때문에 알고리즘을 구현하고 그래프 등으로 연구결과를 공유할 수 있었음
- 비수리모델러들이 사용할 수 있는 웹이나 앱을 사용한 대시보드 형태의 감염병 수리모델 기반 예측시스템 개발에 MATHWORKS가 주도적인 역할과 지원을 해주시길 바람

# MATLAB EXPO

Thank you



© 2022 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [mathworks.com/trademarks](https://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.