

서울, 경기 코로나 확진자 수 데이터를 이용한 파라미터 추정

이윤정¹ 석정주² 이지현²

¹연세대학교 수학교산학부 (계산과학공학과)

²연세대학교 수학교산학부 (수학과)

November 9, 2021

데이터

1. 서울, 경기 일일 발생 확진자 수
2. 백신
 - ▶ 연령별 백신 접종량
 - ▶ α 변이 \rightarrow δ 변이에 따른 백신 효과
3. 사용 중인 위중증 병상 수

일일 백신 접종량 (전 연령)

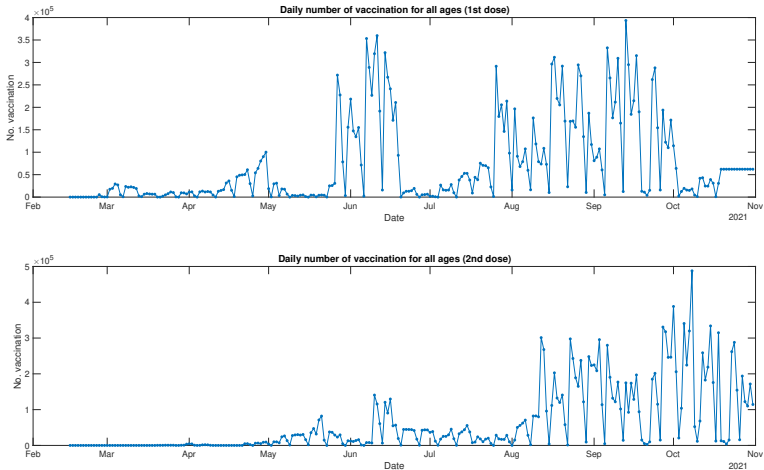


Figure 1: 2021/02/15-2021/10/31의 1차, 2차 백신 접종량.

연령별 일일 1차 백신 접종량

- ▶ 연령별 백신 접종량은 전국의 연령별 백신 접종 비율로부터 추산
- ▶ 연령별 백신 비율은 질병관리청의 보도자료를 이용

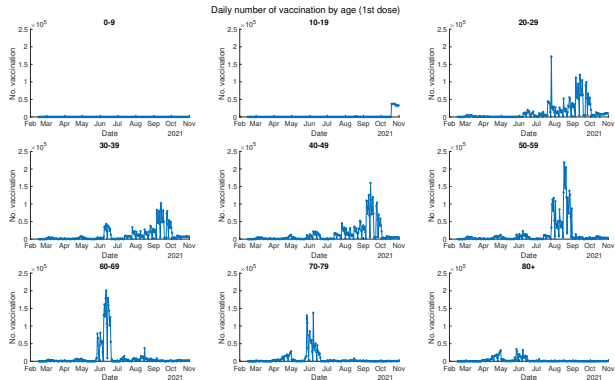


Figure 2: 2021/02/15-2021/10/31의 연령별 일일 1차 백신 접종량.

연령별 일일 2차 백신 접종량

- ▶ 연령별 백신 접종량은 전국의 연령별 백신 접종 비율로부터 추산
- ▶ 연령별 백신 비율은 질병관리청의 보도자료를 이용

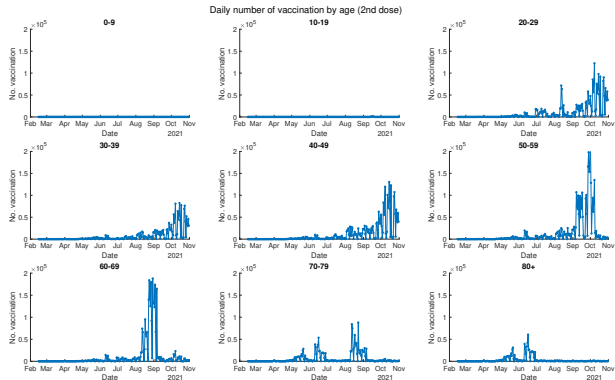


Figure 3: 2021/02/15-2021/10/31의 연령별 일일 2차 백신 접종량.

백신 효과

- ▶ α 변이와 δ 변이에 대한 백신 효과는 서로 다름.¹

	Dose	Astrazeneca	Pfizer
α variant	1st dose	48.7%	47.5%
	2nd dose	74.5%	93.7%
δ variant	1st dose	30.0%	35.6%
	2nd dose	67%	88%

Table 1: 백신 종류, 변이 바이러스 및 백신 차수에 따른 백신 효과.

¹Jamie Lopez Bernal et al. (2021). “Effectiveness of Covid-19 vaccines against the B. 1.617. 2 (Delta) variant”.
In: *New England Journal of Medicine*

백신 효과

- ▶ δ 변이의 비율을 보도자료로부터 추정하고 weighted sum을 이용하여 백신 효과를 추정.

Date	δ proportion (%)
6월 1주차	2.4
6월 2주차	1.4
6월 3주차	2.5
6월 4주차	3.3
6월 5주차	9.9
7월 1주차	23.3
7월 2주차	33.9
7월 3주차	48.0
7월 4주차	61.5
8월 1주차	73.1
8월 2주차	85.3
8월 3주차	89.6
8월 4주차	94.3
9월 1주차	97.0

Table 2: 질병관리청에서 보도된
검출된 델타 변이 비율

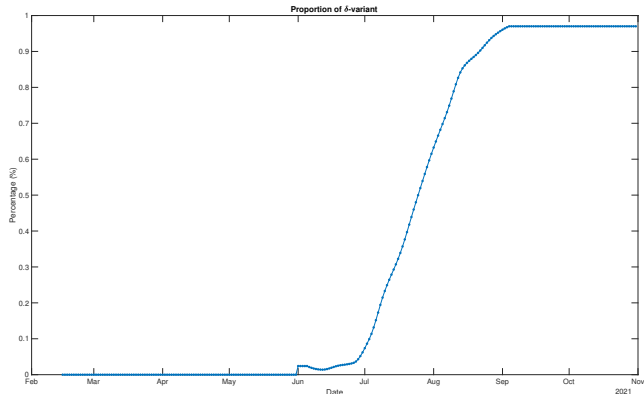


Figure 4: 추정한 δ 변이 비율

백신 효과

- ▶ δ 변이의 비율을 보도자료로부터 추정하고 weighted sum을 이용하여 백신 효과를 추정.

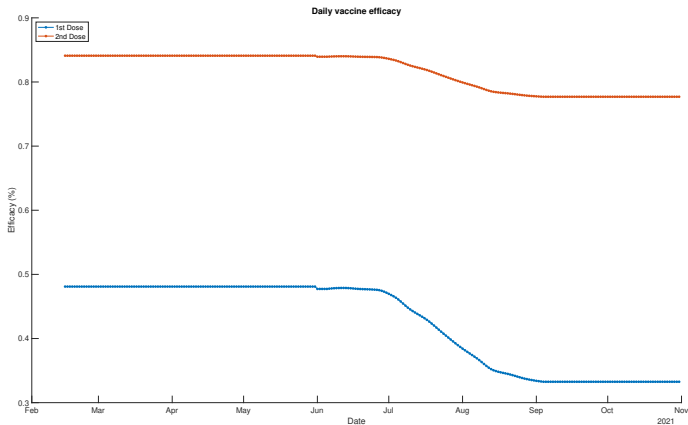


Figure 5: 추정된 1차, 2차 백신의 일일 효과.

백신 효과

백신 위중증 예방 효과		백신의 사망 예방 효과	
1차	75% ²	1차	85% ³
2차	94% ²	2차	96.1% ⁴

Table 3: 백신 차수별 위중증 (왼쪽) 및 사망 (오른쪽) 예방 효과

²Charlotte Gower Eileen Gallagher Lara Utsi Ruth Simmons Simon Thelwall Elise Tessier Natalie Groves Gavin Dabrera Richard Myers Colin Campbell Gayatri Amirthalingam Matt Edmunds Maria Zambon Kevin Brown Susan Hopkins Meera Chand Mary Ramsay Jamie Lopez Bernal Julia Stowe Nick Andrews (2021). “Effectiveness of COVID-19 vaccines against hospital admission with the Delta (B.1.617.2) variant”. In: *MedRxiv*

³Jamie Lopez Bernal et al. (2021). “Effectiveness of Covid-19 vaccines against the B. 1.617. 2 (Delta) variant”. In: *New England Journal of Medicine*

⁴김류경 이선주 박영준 염한솔 김성순 김지아 김유연 (2021). “2021년 5월-7월 기간 동안 코로나19 백신의 중증 및 사망예방효과”. In: *주간 건강과 질병*. Korea Disease Control and Prevention Agency

사용 중인 위중증 병상 수

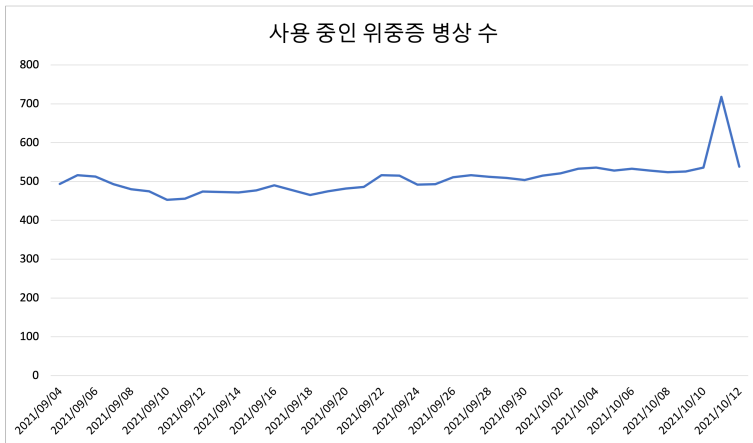


Figure 6: 사용 중인 위중증 병상 수

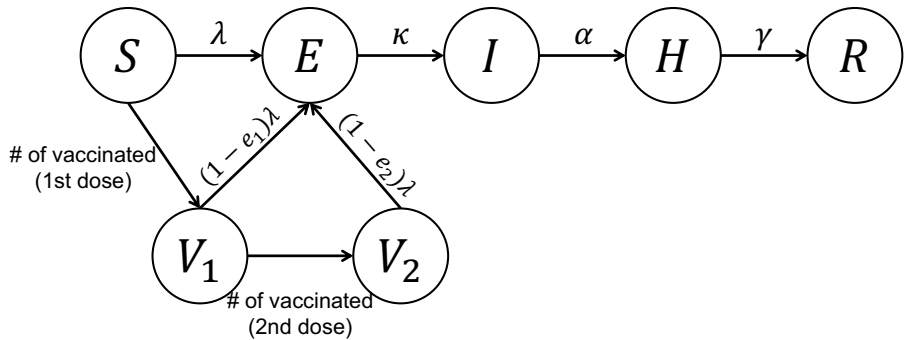


Figure 7: Diagram of age-structured model for SARS-CoV-2.

Notation	Interpretation
S	Susceptibles
E	Exposed
I	Infectious
H	Hospitalized
R	Removed (or recovered)
V_1	Vaccinated (1st dose)
V_2	Vaccinated (2nd dose)
λ	Force of infection
κ	Latent period
α	Infectious period
γ	Hospitalization period
e_1	Vaccine efficacy for 1st dose
e_2	Vaccine efficacy for 2nd dose

Table 4: Definition of states and parameters.

사회적 거리두기

- ▶ 1단계 (구 0.5단계) 감소: transmission rate 전단계 대비 40% 증가
- ▶ 1단계 (구 0.5단계) 증가: transmission rate 전단계 대비 32% 감소

	날짜	사회적 거리두기 단계	transmission rate 변화
고정	2021/02/15-2021/06/30	현 2단계 (구 2단계)	
	2021/07/01-2021/07/11	현 1단계 (구 1.5단계)	$\beta \times 1.4$
가정		현 2단계 (구 2단계)	$\beta \times 1.4 \times 0.68$
	2021/07/12-2021/10/31	현 3단계 (구 2.5단계)	$\beta \times 1.4 \times 0.68^2$
		현 4단계 (구 3단계)	$\beta \times 1.4 \times 0.68^3$

Table 5: 2021/02/15-2021/10/31 간의 사회적 거리두기와 transmission rate 변화, 모델의 가정.

모델 가정에 따른 파라미터 추정값

	7/12-11/1 거리두기 단계 효과		
	2단계	3단계	4단계
δ	1.4900	2.2739	3.3685

Table 6: 모델 가정에 따른 파라미터 추정값

모델 가정에 따른 일일 발생 확진자 수 및 누적 확진자 수

7/12-11/1 거리두기 단계 효과

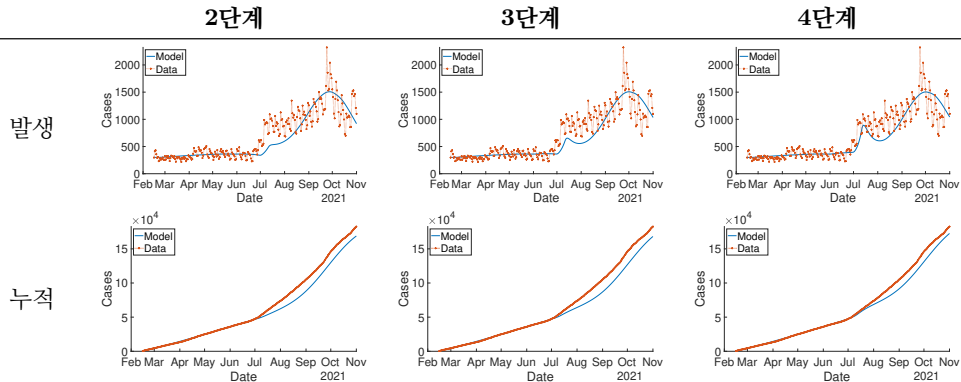


Table 7: 모델 가정에 따른 일일 발생 확진자 수 및 누적 확진자 수

모델 가정에 따른 일일 누적 위중증 환자 수 및 필요 병상 수

7/12-11/1 거리두기 단계 효과

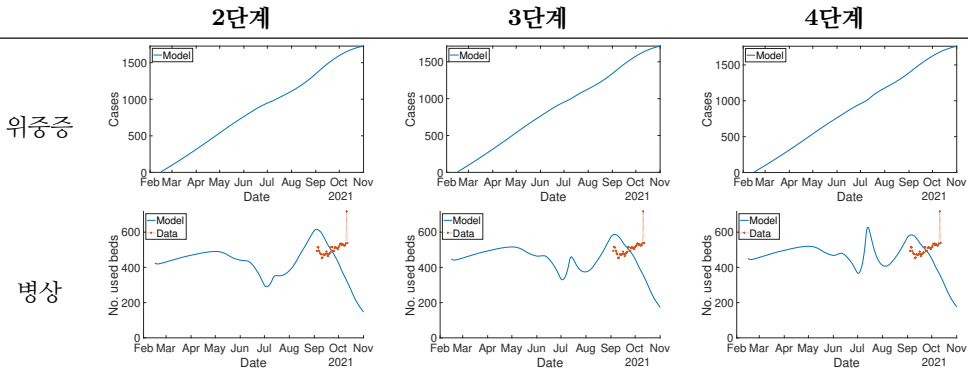


Table 8: 모델 가정에 따른 일일 누적 위중증 환자 수 및 필요 병상 수

모델 가정에 따른 재생산지수의 변화

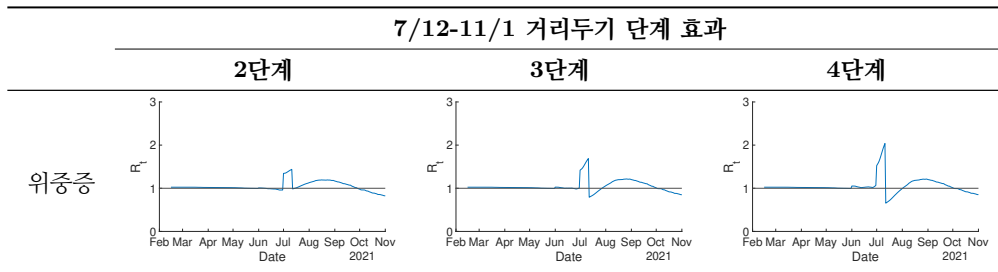


Table 9: 모델 가정에 따른 재생산지수의 변화