

QUADRATIC VOTING

HOW MECHANISM DESIGN
CAN RADICALIZE DEMOCRACY

REFERENCE

- ▶ Lalley, Steven P., and E. Glen Weyl.
"Quadratic voting: How mechanism design can radicalize democracy."
AEA Papers and Proceedings. Vol. 108. 2018.
- ▶ <https://vitalik.ca/general/2019/12/07/quadratic.html>

VOTING

VOTING

▶ 투표

- ▶ 다수의 의견이 충돌하는 상황에서
- ▶ 합의를 이끌고 정책을 결정하기 위함

VOTING

▶ 투표 방법론

- ▶ 1 인 1 투표권을 가지는 **평등 투표(Equal Voting)**
- ▶ 평등 투표는 실질적으로 정책에 영향을 받는 그룹과 그렇지 않은 그룹 모두가 동등한 영향력을 가진다는 비판
- ▶ 이에 여러 투표 방법론이 제시

VOTING

- ▶ 선형 투표(Linear Voting)
 - ▶ 1 인 다(多) 투표권의 투표 시스템
- ▶ 투표권을 구하는 방법
 - ▶ 구매, 보상 등
 - ▶ 양극화(빈익빈 부익부) 문제

QUADRATIC VOTING

QUADRATIC VOTING

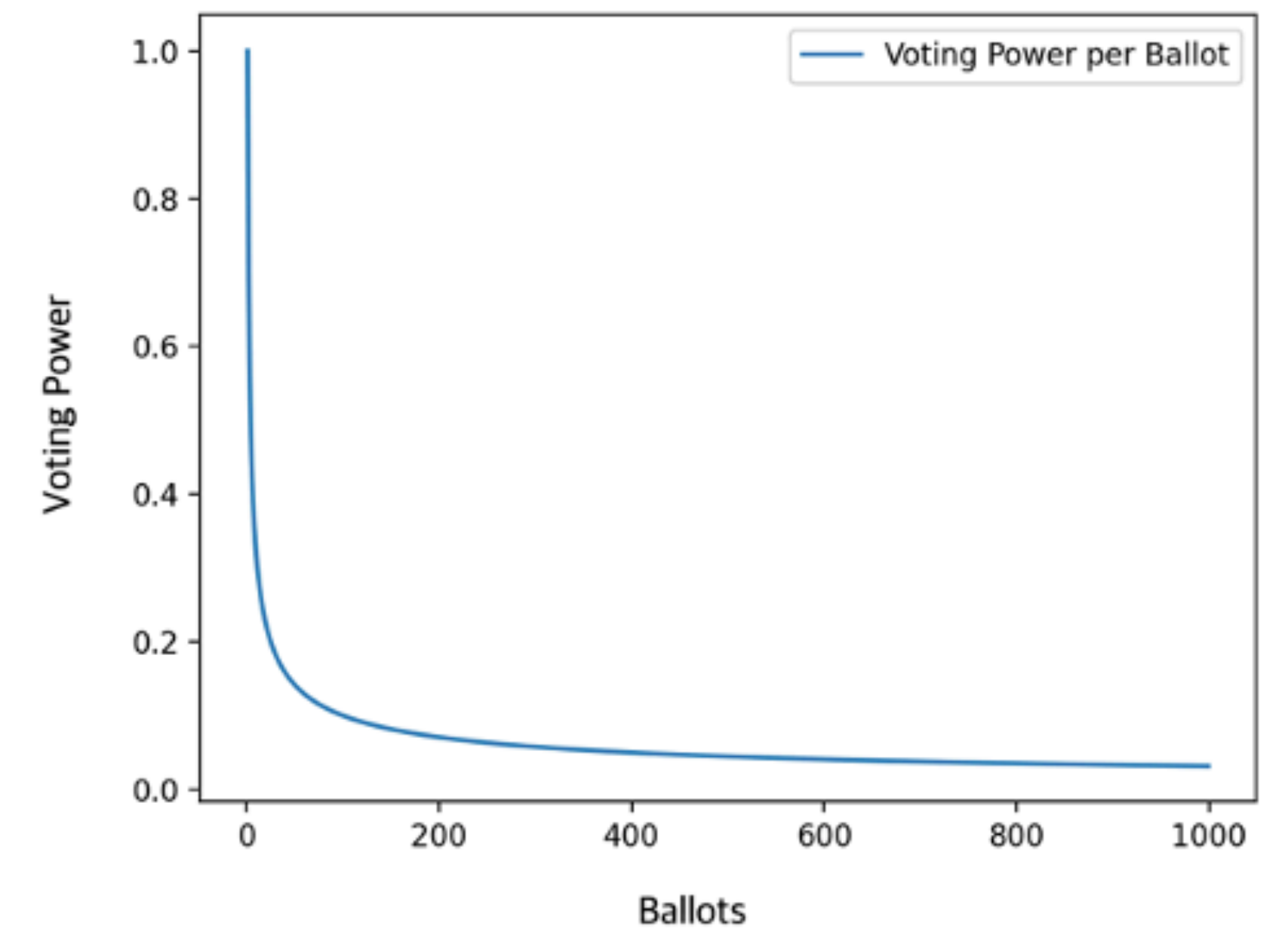
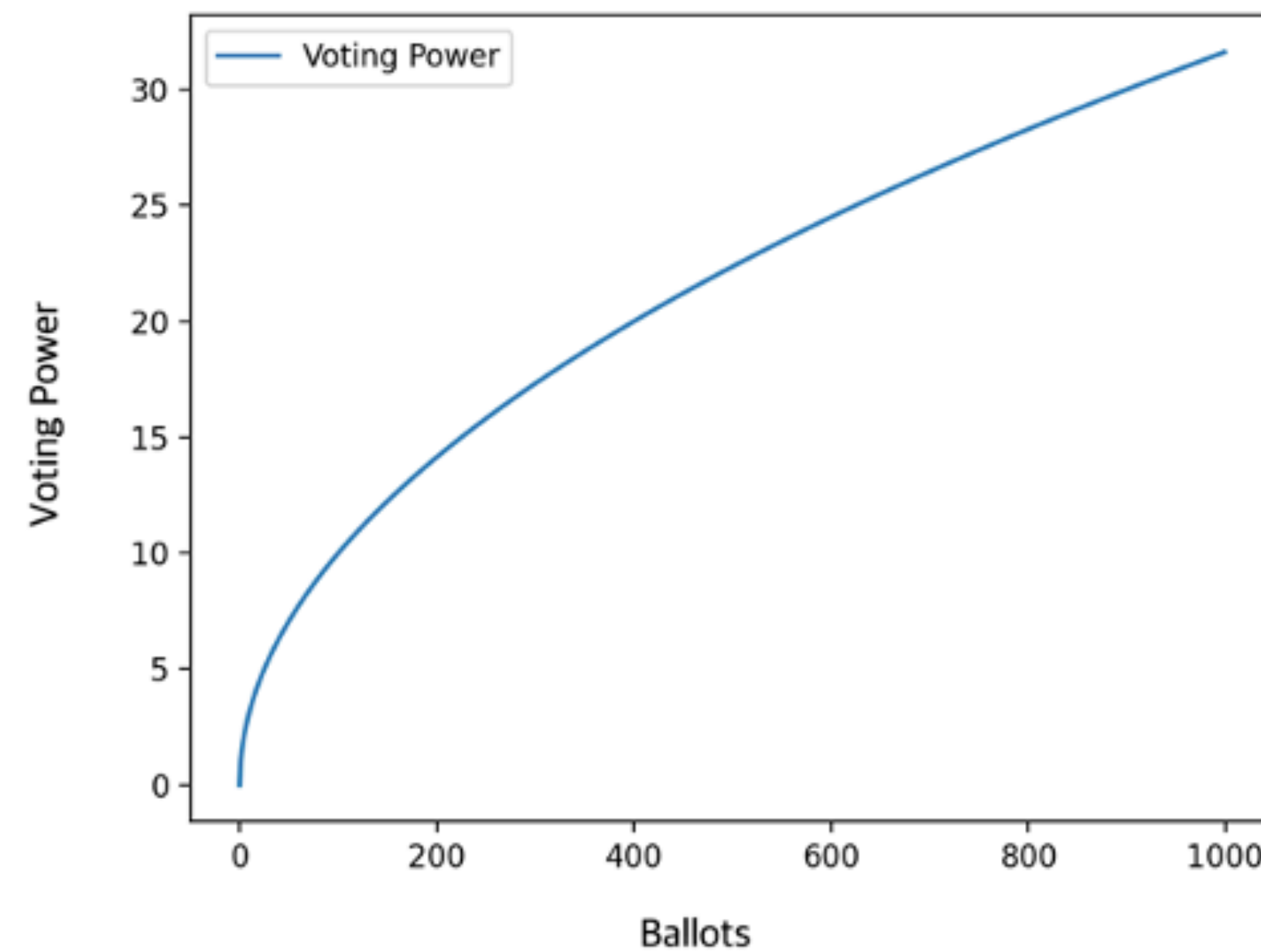
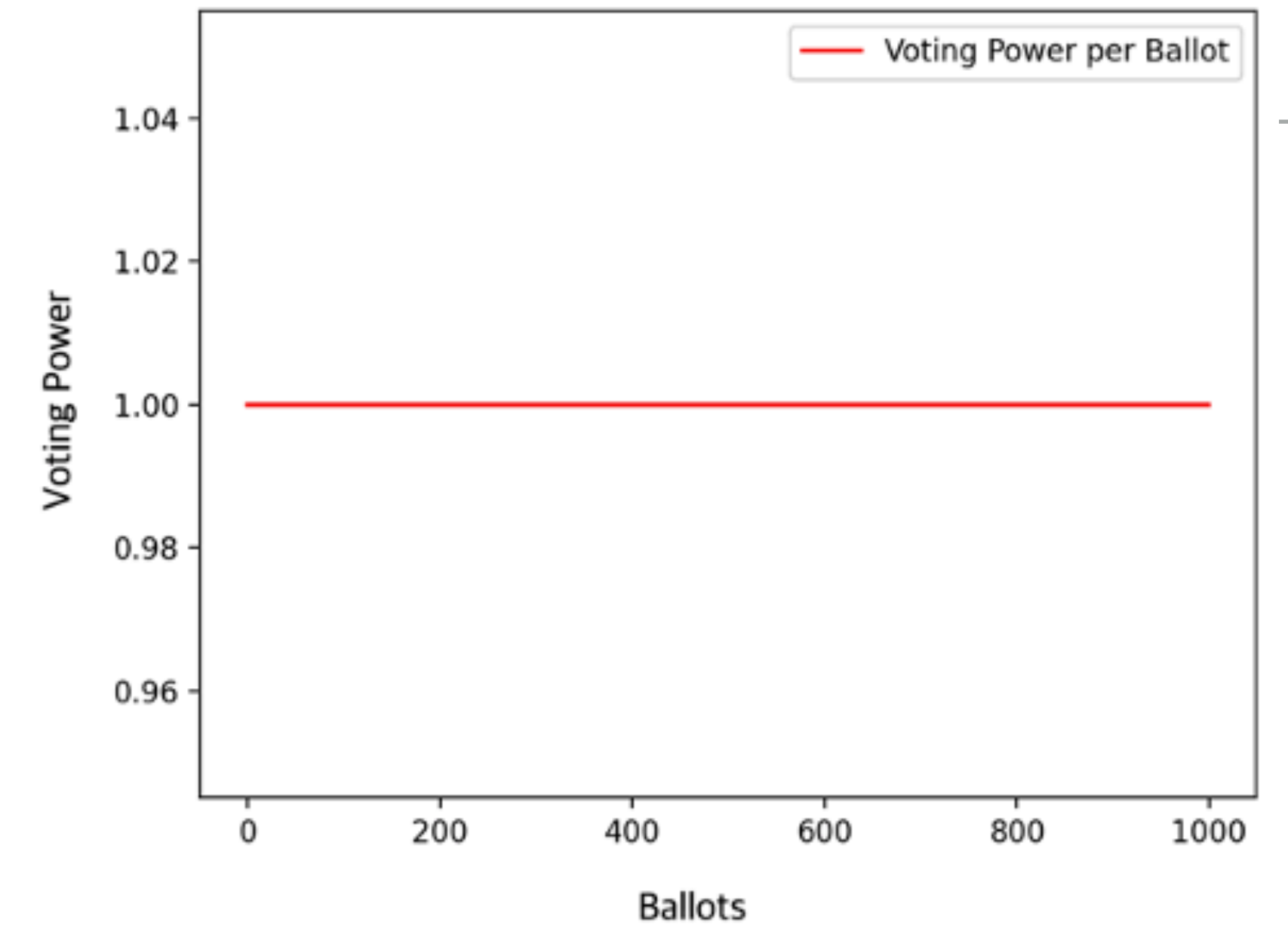
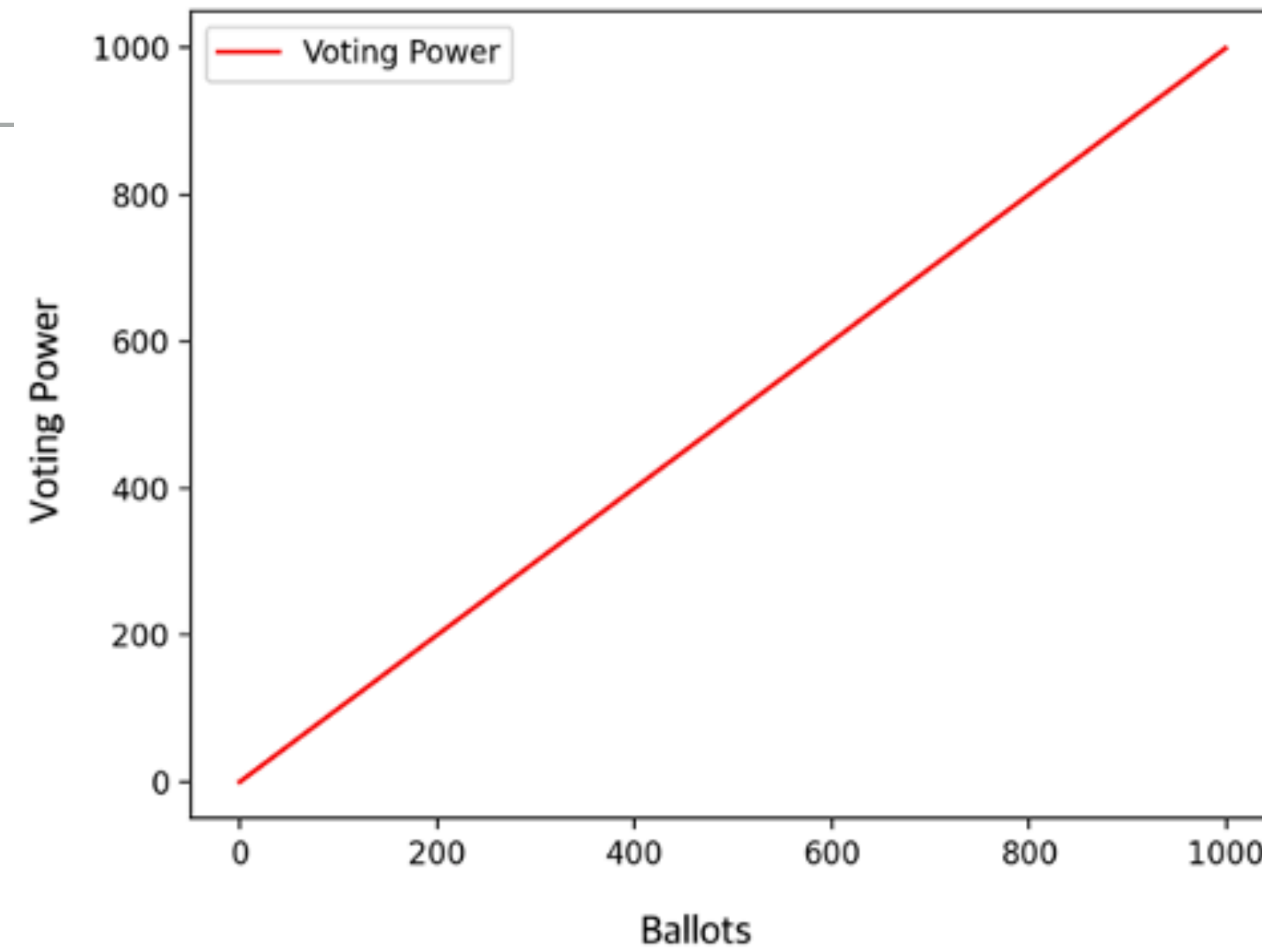
- ▶ **제공 투표(Quadratic Voting, QV)**
 - ▶ 한 사람이 여러 투표권을 행사할 수 있는 투표 시스템
 - ▶ 개인의 의견을 효과적으로 표출하면서도 합리적인 합의를 도출할 수 있는 방법론

QUADRATIC VOTING

- ▶ 제곱 투표의 (투표-비용)의 쌍
 - ▶ 투표 참여자는 더 많은 비용을 지불할 수록 의견을 강하게 표출
 - ▶ 그 제곱에 해당하는 비용을 지불
- ▶ 가령 10 투표권을 행사하고 싶으면
 - ▶ 그 제곱에 해당하는 $10^2 = 100$ 비용을 지불

LINEAR VS QV

- ▶ x축: 지불 비용
- ▶ y축: 투표력
- ▶ 1행: Linear
- ▶ 2행: QV
- ▶ 1열: 총 투표력
- ▶ 2열: 비용당 투표력

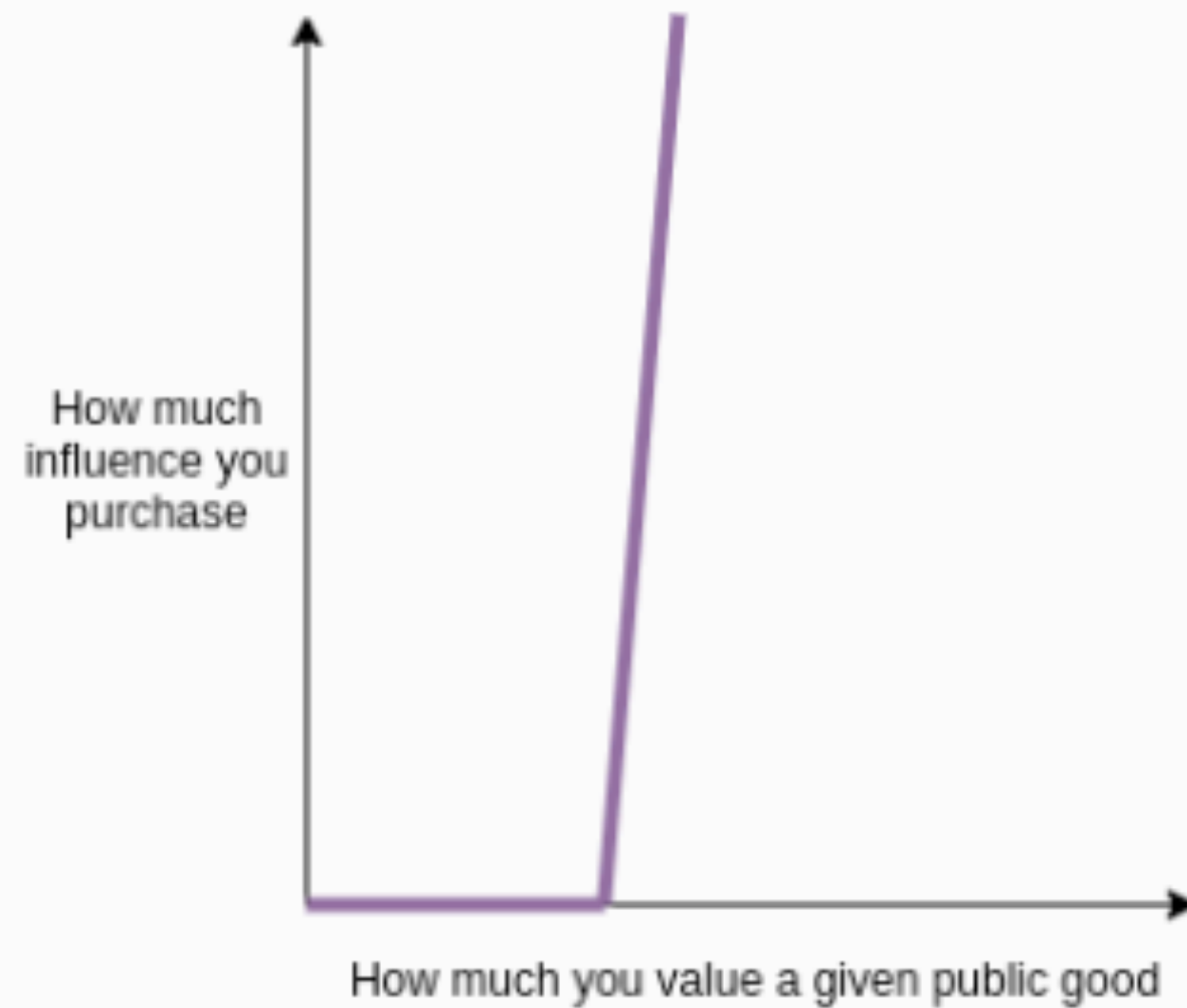


QUADRATIC VOTING

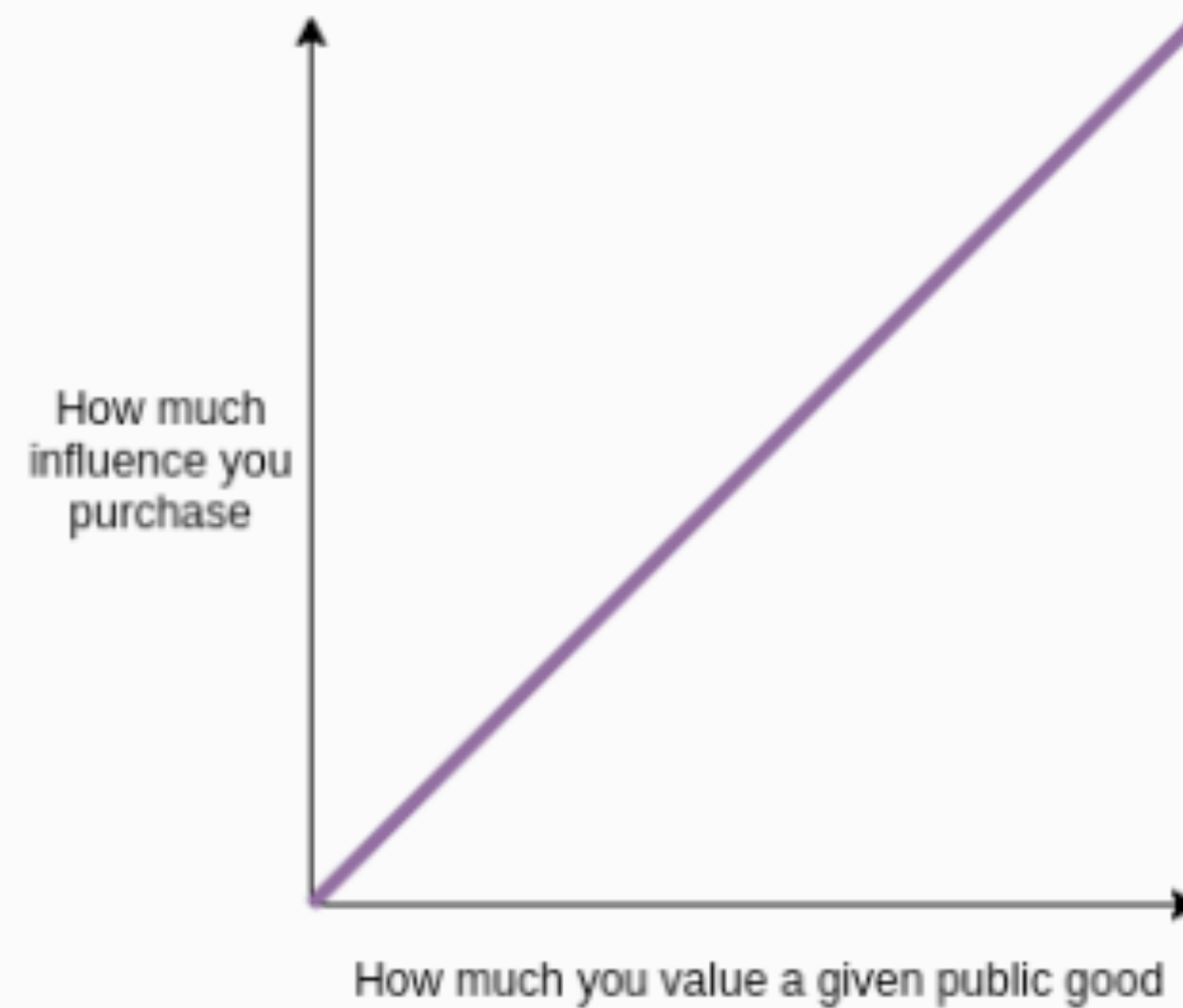
- ▶ 민주주의의 다수결이 가지는 문제를 효과적으로 해결
 - ▶ 동시에 선형 투표의 양극화(빈익빈 부익부) 문제를 완화
- ▶ 합리적인 영향력 행사
 - ▶ 그림으로 확인:

VOTING SYSTEMS

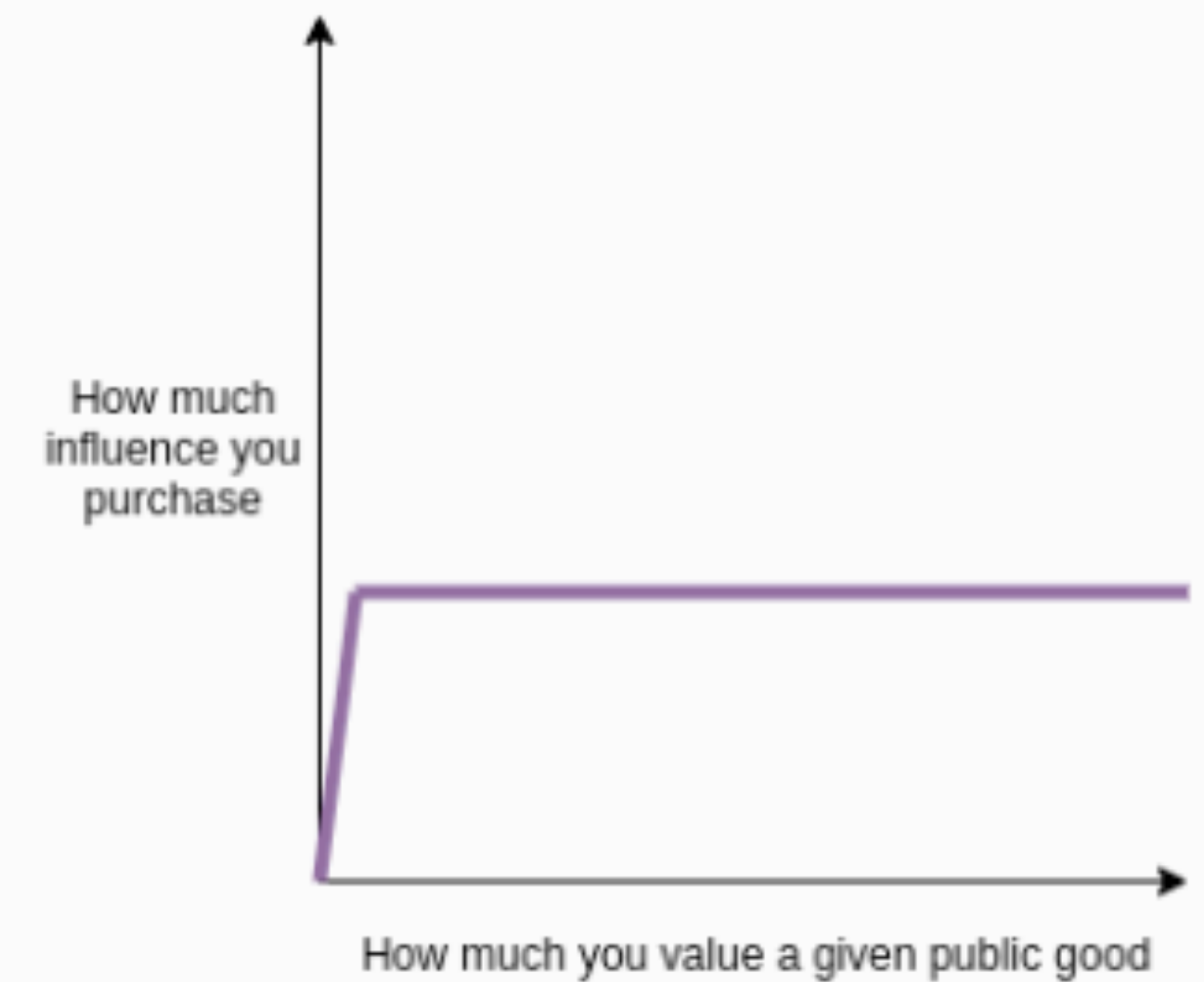
One dollar one vote



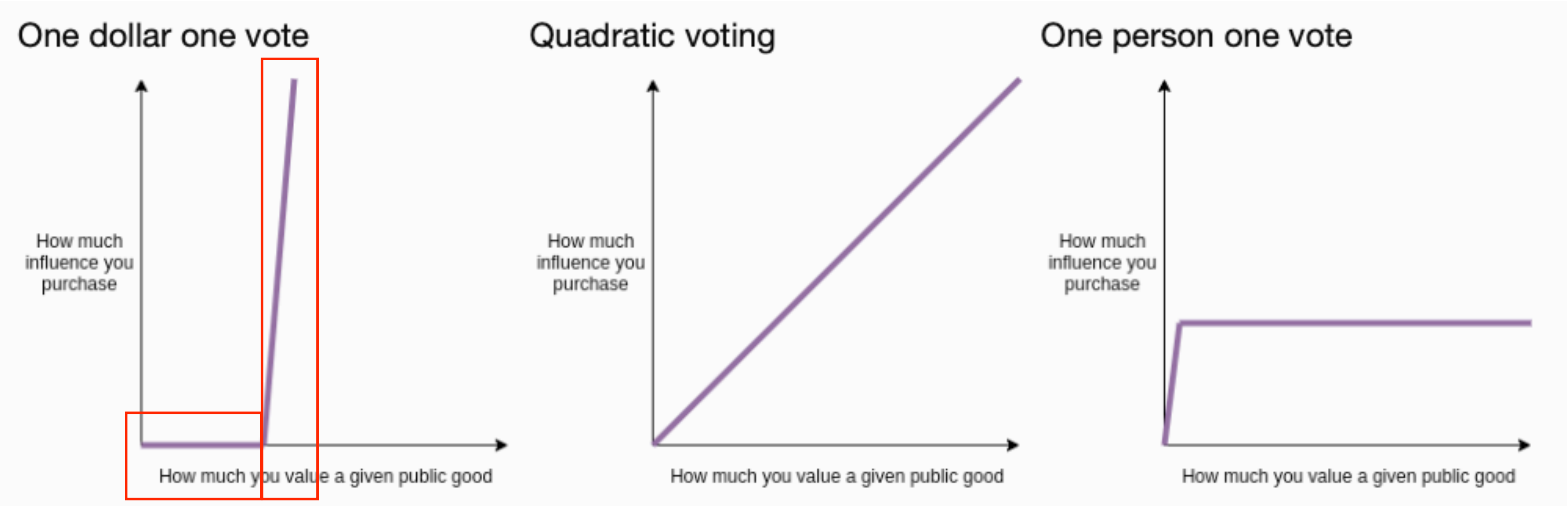
Quadratic voting



One person one vote

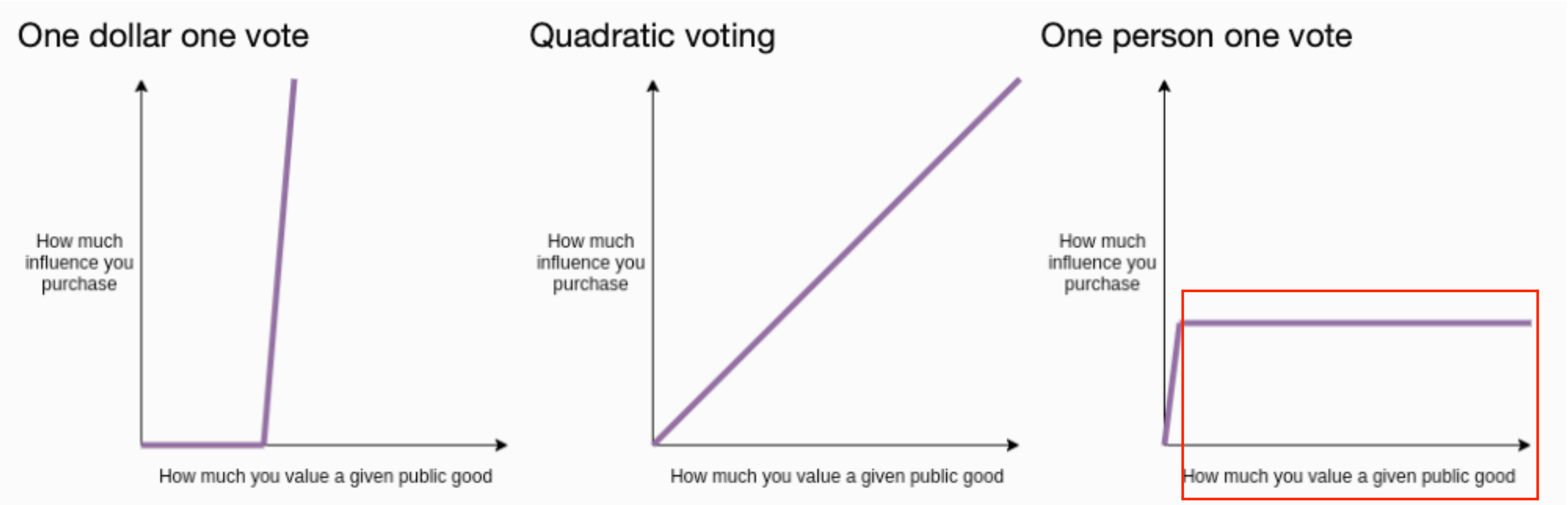


VOTING SYSTEMS



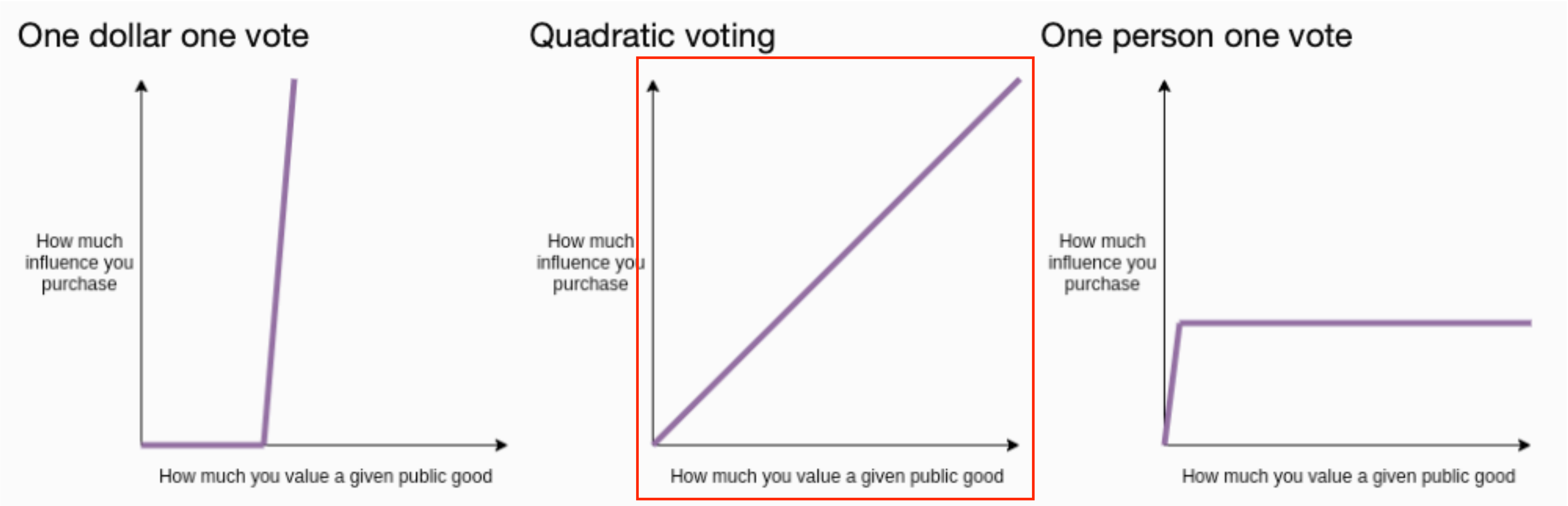
양극화: 빈익빈 부익부

VOTING SYSTEMS



무한대의 비용

VOTING SYSTEMS



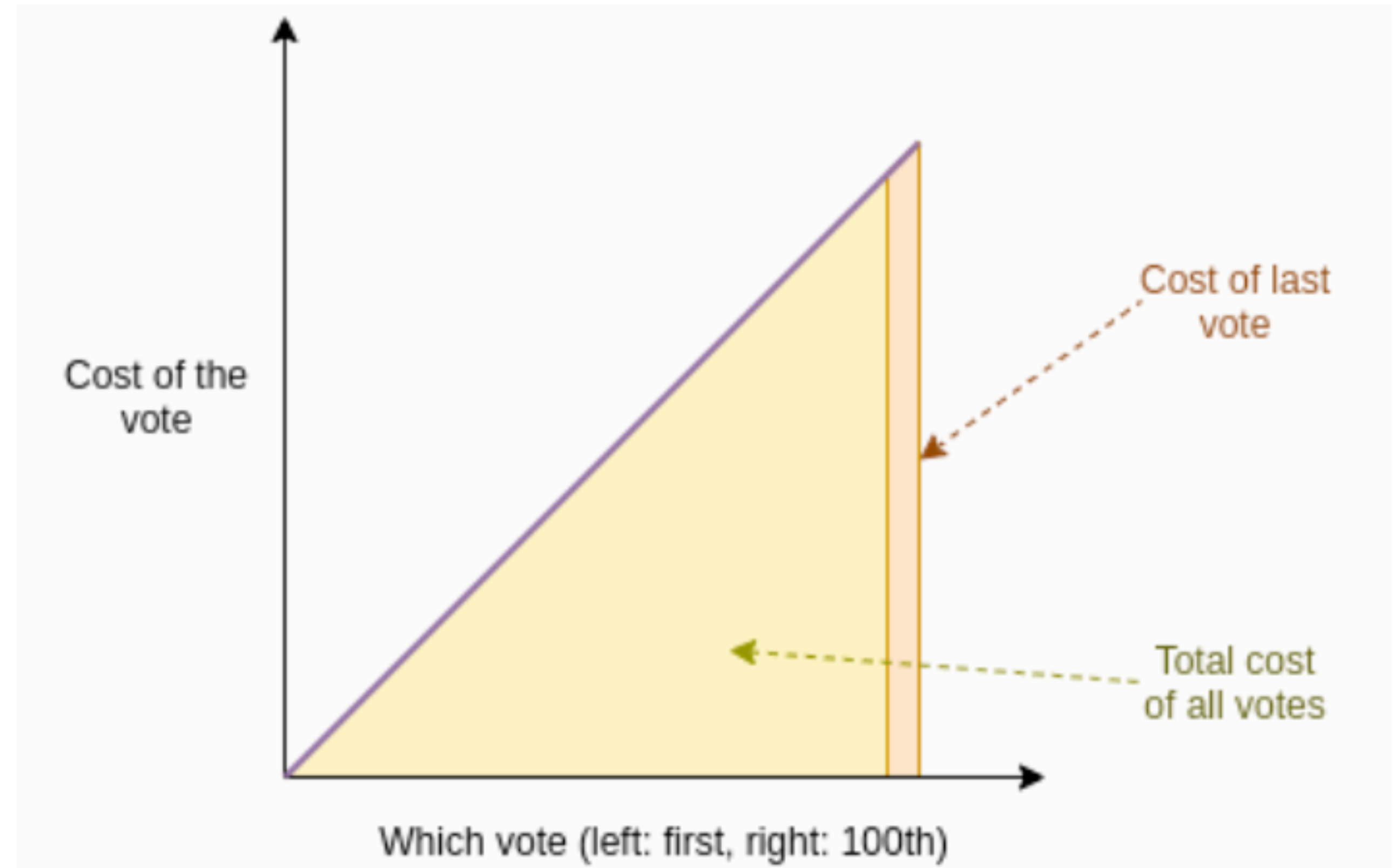
n번째 영향력에 비용 n[\$]를 지불

QUADRATIC VOTING

▶ n 번째 영향력에 비용 $n[\$]$ 를 지불 vs. 제공의 비용을 지불

▶ 똑같은 말

▶ 전자의 총 비용이 대략 $\frac{n^2}{2}$ 으로 계산됨



SYBIL ATTACK

SYBIL ATTACK

- ▶ 시빌 공격
 - ▶ 한 명의 공격자가 시스템상에서 여러 명인 것처럼 행동해
 - ▶ 의사결정을 방해하는 공격
- ▶ 블록체인에서는
 - ▶ 계좌를 생성하는 데 제한이 없기 때문에
 - ▶ 가짜 신원을 거의 무한정 생성할 수 있음
 - ▶ 시빌 공격이 용이

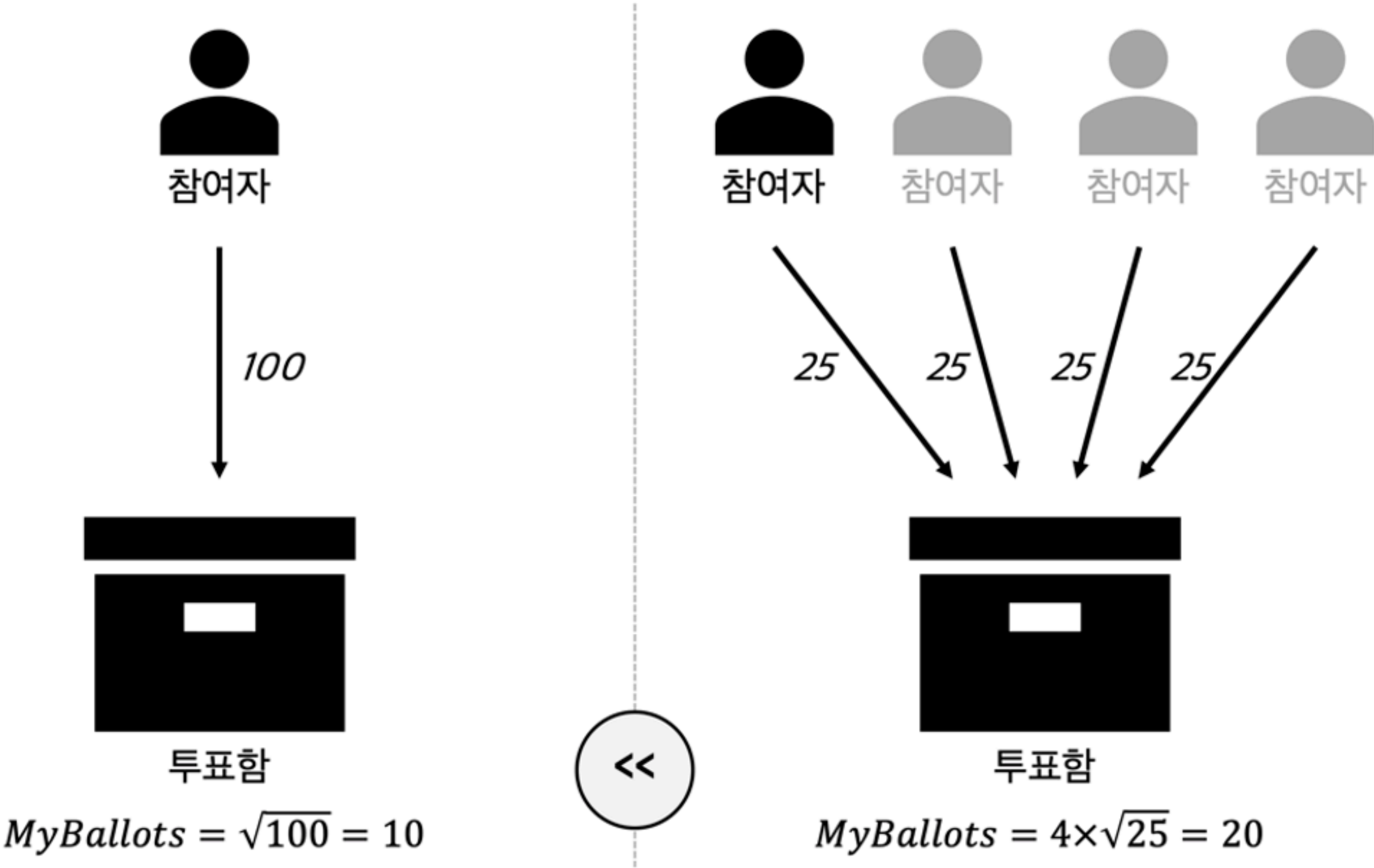
SYBIL ATTACK

▶ 시빌 공격의 예

- ▶ 한 명이 100 달러를 지불해 $\sqrt{100} = 10$ 투표권을 행사하는 것이 아니라
- ▶ 100 명의 가짜 신원으로 각자 1 달러를 지불
 - ▶ $100 * \sqrt{1} = 100$ 의 부정한 투표권을 행사

SYBIL ATTACK

▶ 4명의 가짜 신원의 예



MITIGATION

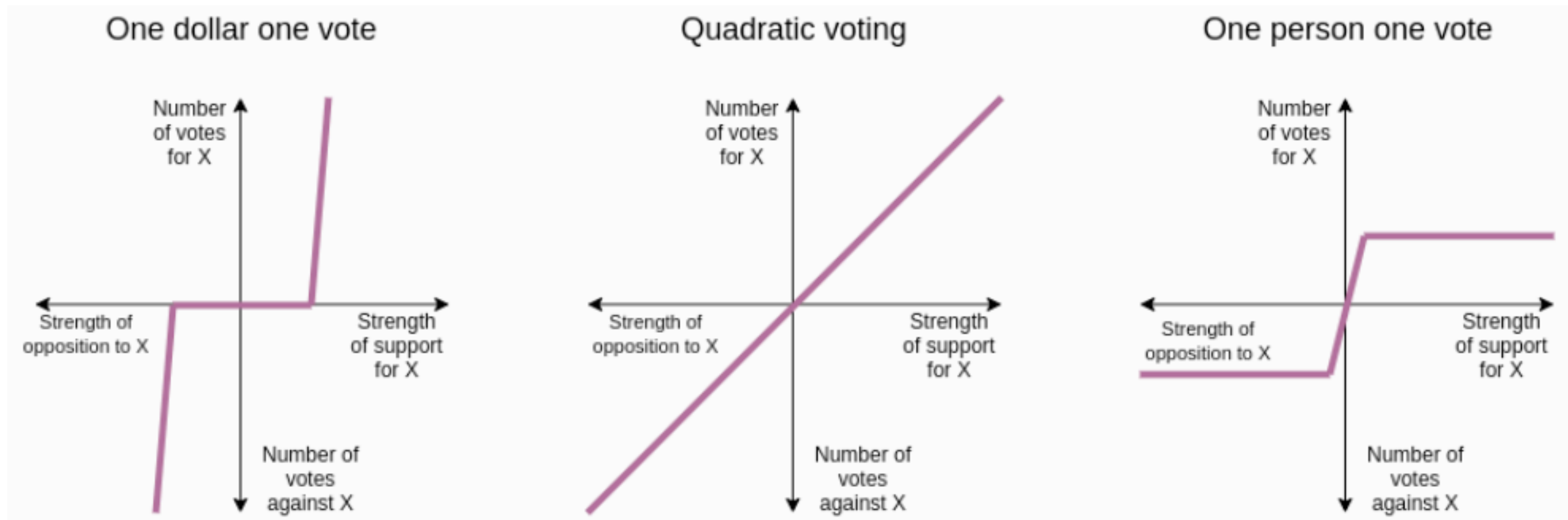
- ▶ 신원증명
 - ▶ 신원 증명 후, 실명 투표만 가능하게 함
 - ▶ 최종 집계 후 제공근을 취해 집계
- ▶ 프라이버시 문제
 - ▶ 중앙화 기관을 신뢰 or
 - ▶ ZKP, TEE 등으로 해결

GO FURTHER

QUADRATIC VOTING

▶ 음(-)의 선호

- ▶ 선호도나 투표에 있어 음의 표현이 가능
- ▶ 제곱 투표는 음의 영역에서도 효과적/합리적



QUADRATIC VOTING

- ▶ 1인 다(多) 투표권 시스템에서
 - ▶ 한 명(또는 한 안건)에 투표하는 것이 아닌
 - ▶ 여러 명(또는 여러 안건)에 투표권을 분산해 투표 가능
- ▶ 전략적 투표 문제 (Strategic voting issue) 발생
 - ▶ 양 측 모두 최고로 선호하는 후보가 1등으로 선정되지 않는 일

QUADRATIC VOTING

- ▶ 전략적 투표 문제의 예
 - ▶ 후보 A, B, C
 - ▶ 누구는 선호도가 $C > A > B$, 다른 누구는 선호도가 $C > B > A$
 - ▶ 양 측 모두 C가 가장 선호됨을 알고 있어서, 각자 두 번째 순위의 후보에게 많이 투자
 - ▶ 결과적으로 C가 투표권을 획득하지 못해 탈락
- ▶ 제곱 투표는 전략적 투표 문제 상황에서도 최적
 - ▶ 증명: <http://econ.msu.edu/seminars/docs/QuadMultAltshort19.pdf>

BEYOND THE QV

QUADRATIC FUNDING

- ▶ 어떤 프로젝트가 기부로부터 후원받을 지 투표
 - ▶ QV의 Subset
- ▶ 기부들은 머니 풀(money pool)과 매칭
- ▶ 기부자의 수가 양보다 중요
 - ▶ 100 개의 1\$짜리 기부를 받은 프로젝트는
 - ▶ 1 개의 100\$짜리 기부를 받은 프로젝트보다 더 많은 매칭(matching)을 받음
 - ▶ Sybil attack의 역이용

QUADRATIC FUNDING

► <https://wtfisqf.com/>

MATCH AMOUNT

1000

NUMBER OF PROJECTS

4

GRANTS

REMOVE	GRANT	FUNDING	FUNDED AMOUNT	MATCH AMOUNT
<div>x</div>	Grant #1	<div>10 x 10 x 10 x 10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$40.00	\$727.27
<div>x</div>	Grant #2	<div>40 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$40.00	\$181.82
<div>x</div>	Grant #3	<div>10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$10.00	\$45.45
<div>x</div>	Grant #4	<div>10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$10.00	\$45.45

Add Grant

Copy URL

QUADRATIC FUNDING

► <https://wtfisqf.com/>

MATCH AMOUNT

1000

NUMBER OF PROJECTS

4

GRANTS

REMOVE	GRANT	FUNDING	FUNDED AMOUNT	MATCH AMOUNT
<div>x</div>	Grant #1	<div>10 x 10 x 10 x 10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$40.00	\$727.27
<div>x</div>	Grant #2	<div>40 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$40.00	\$181.82
<div>x</div>	Grant #3	<div>10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$10.00	\$45.45
<div>x</div>	Grant #4	<div>10 x</div> <div>Add a contribution and press Enter</div>	\$10.00	\$45.45

Add Grant

Copy URL

[10, 10, 10, 10] > [40]

QUADRATIC ATTENTION PAYMENTS

- ▶ 광고, 광고, 그리고 광고...



QUADRATIC ATTENTION PAYMENTS

- ▶ 광고, 광고, 그리고 광고...
- ▶ 광고 노출 시간에 따라 quadratic하게 fee를 부과
 - ▶ 1분에 1\$, 다음 1분에 2\$, 다음 1분에 3\$

USE-CASES

USE-CASE

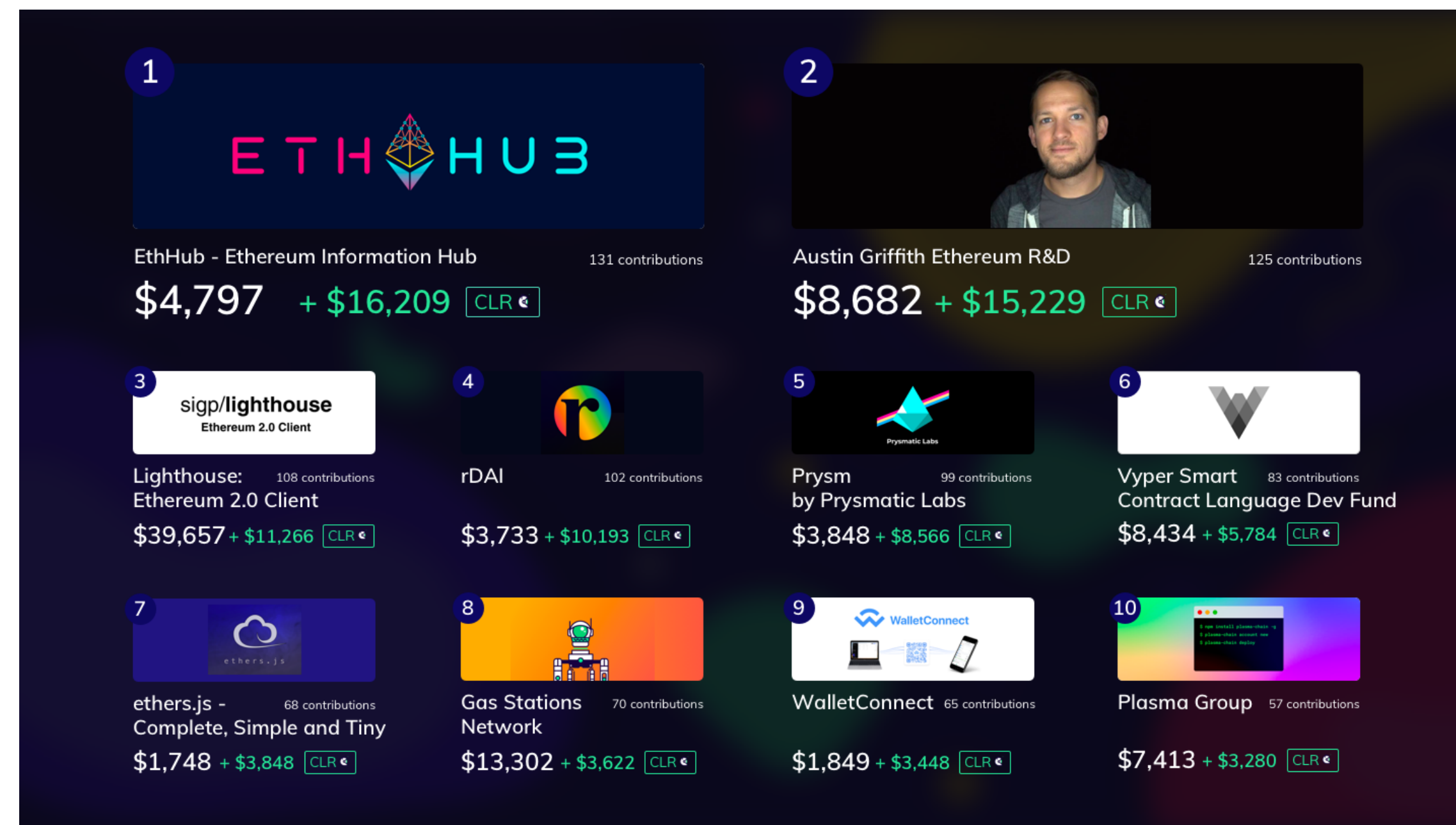
- ▶ Taiwanese presidential hackathon
 - ▶ <https://presidential-hackathon.taiwan.gov.tw/en/>
- ▶ Citizens Express Preference via Quadratic Voting
 - ▶ 각 참여자는 99 포인트를 가짐
 - ▶ 1인 다 투표

USE-CASE

► Gitcoin Grants

► <https://vitalik.ca/general/2019/10/24/gitcoin.html>

► used **quadratic funding**



USE-CASE

- ▶ Colorado Democratic party
 - ▶ <https://www.wired.com/story/colorado-quadratic-voting-experiment/>
 - ▶ also experimented with **quadratic voting**
 - ▶ to determine their party platform

QUADRATIC VOTING

HOW MECHANISM DESIGN
CAN RADICALIZE DEMOCRACY