



【財務総合政策研究所】第11期 第3回インドワークショップ（2022年6月13日）

# インドの電力改革 現状と課題

兵庫県立大学政策科学研究所 福味敦 (Atsushi Fukumi)

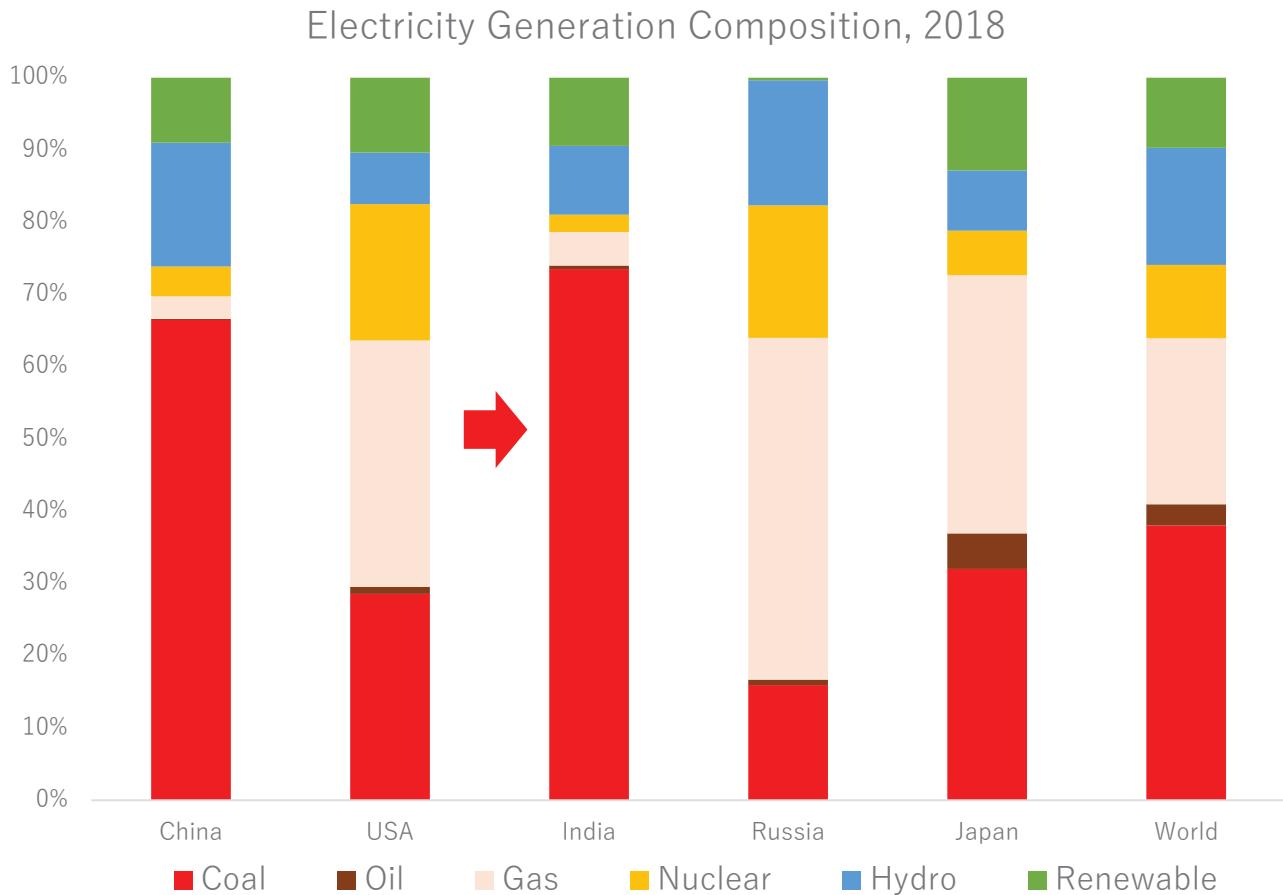
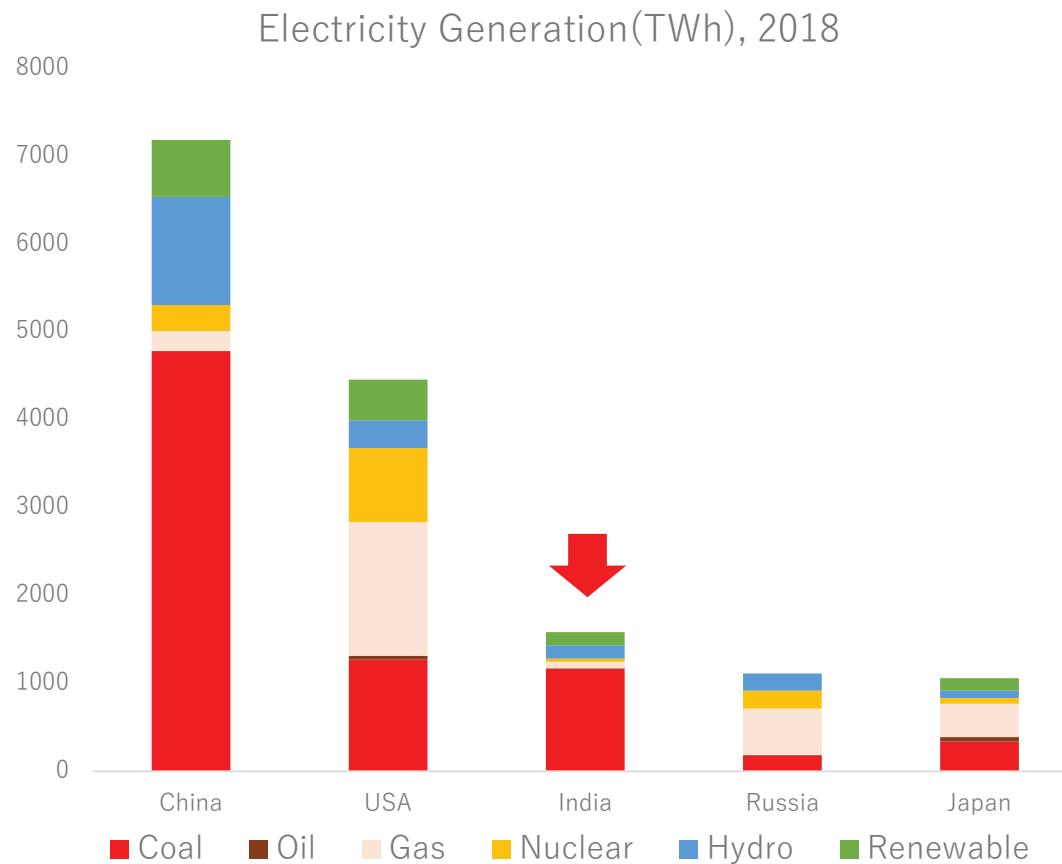
# 本日の内容

1. 電力部門の概観
2. 農業と電力
3. 課題
4. 最近の取り組み

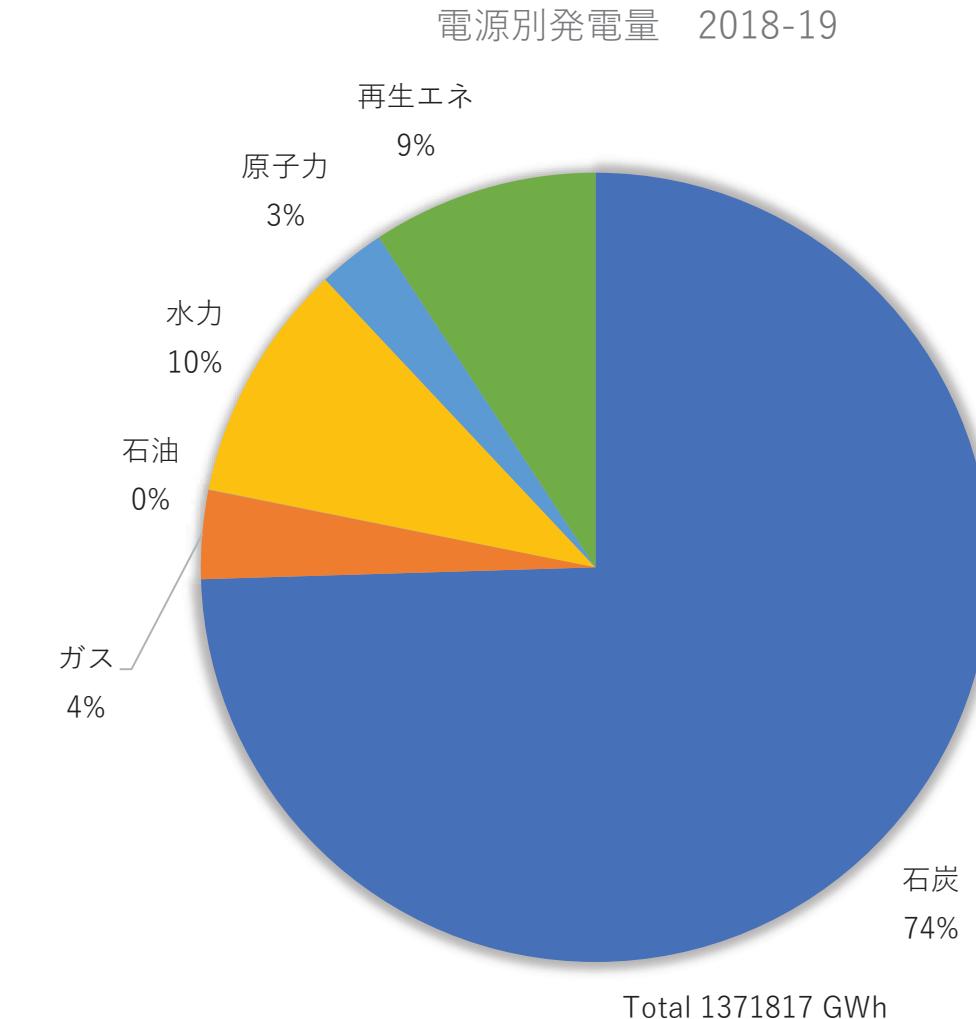
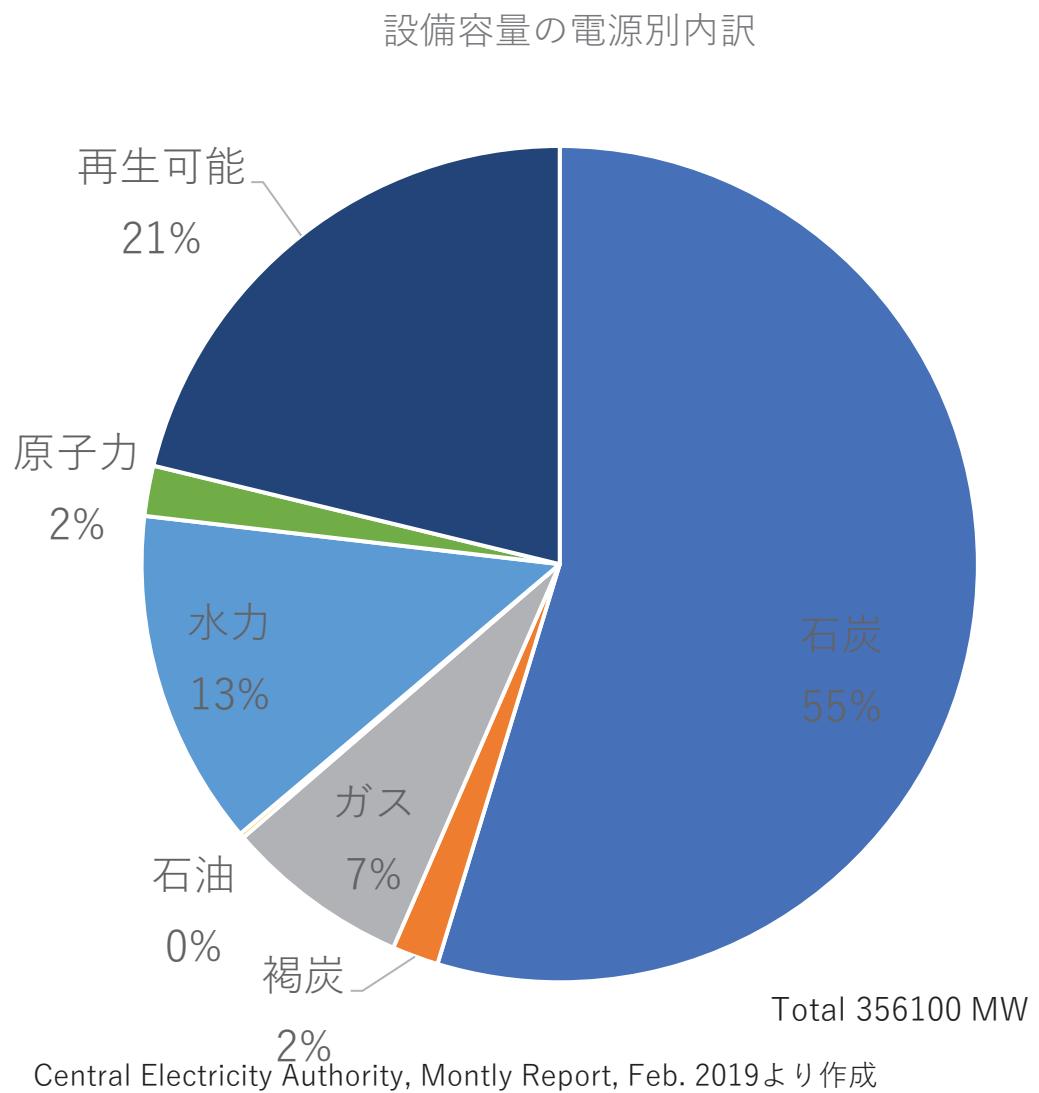
- ◆ インド電力部門、とくに配電部門の経営問題が未だに残り続けており、同時に地下水位の低下という食料安全保障に直結する状況に拍車をかけている
- ◆ 解決策（要は料金の値上げ）の断行は、政治的に困難であるため、代替策が考案されている
- ◆ 太陽光発電の農村部での普及は地下水問題を悪化させる可能性がある

# 発電構成

- 世界第三位の発電量
- 石炭火力に依存

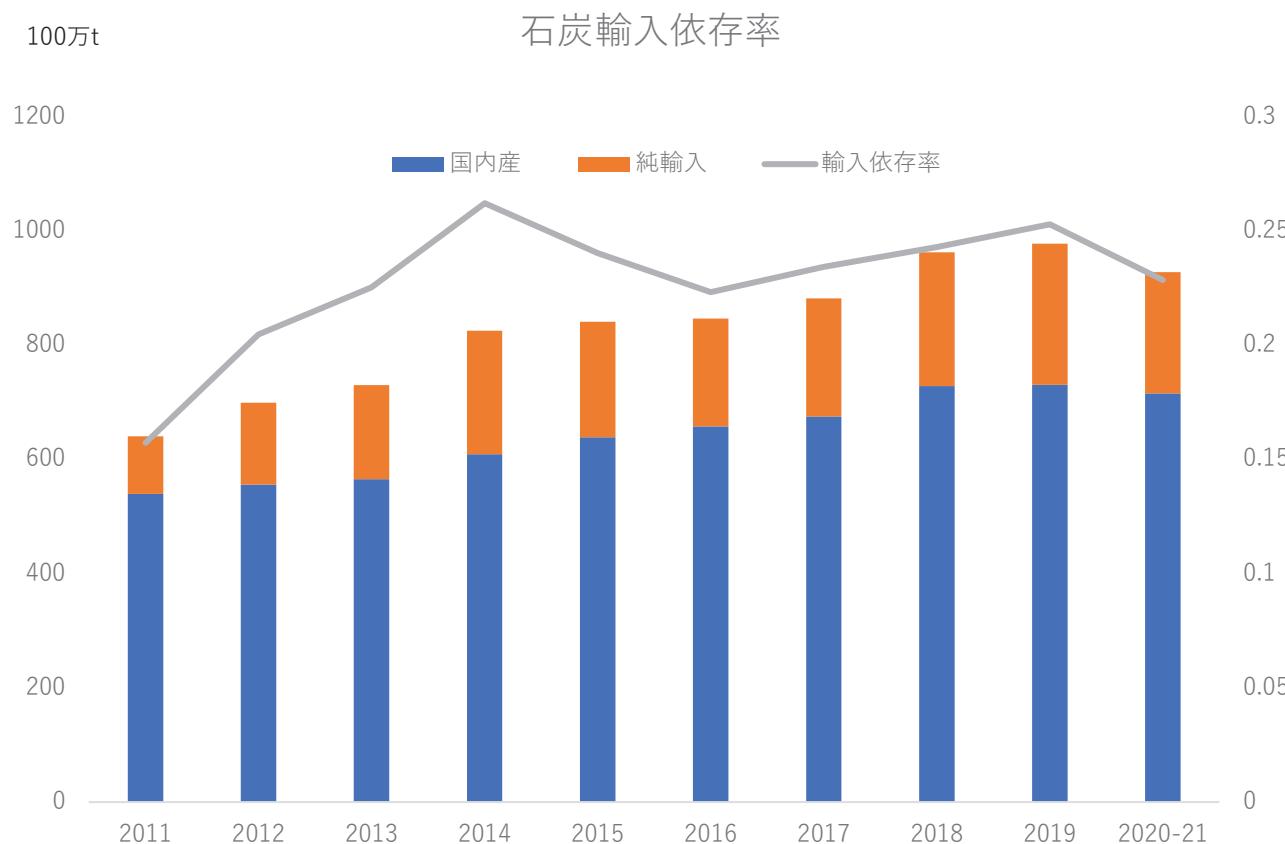


Source: IEA Data Services



# エネルギーの輸入依存

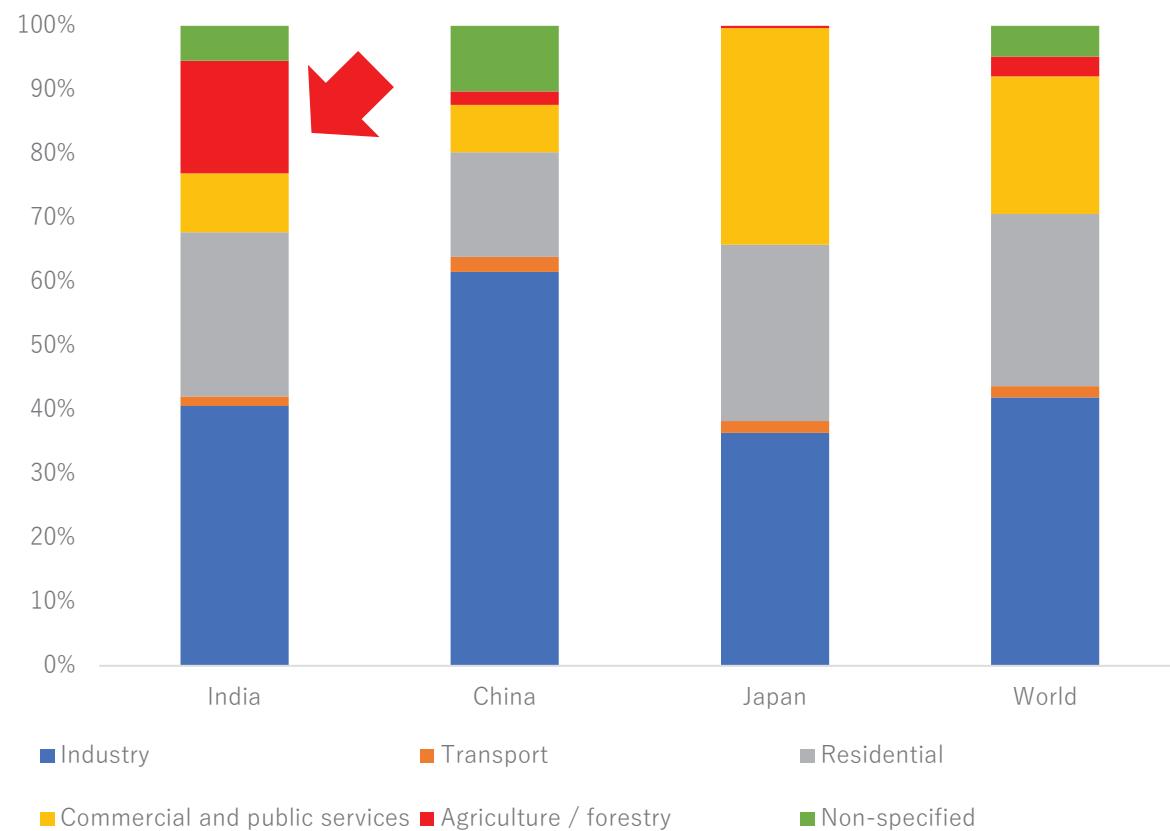
| エネルギーの輸入依存率, 2020年 (%) |      |
|------------------------|------|
| Overall                | 41.2 |
| Crude Oil              | 86.7 |
| Natural Gas            | 53.4 |
| Coal                   | 24.1 |
| Electricity            | 0.6  |



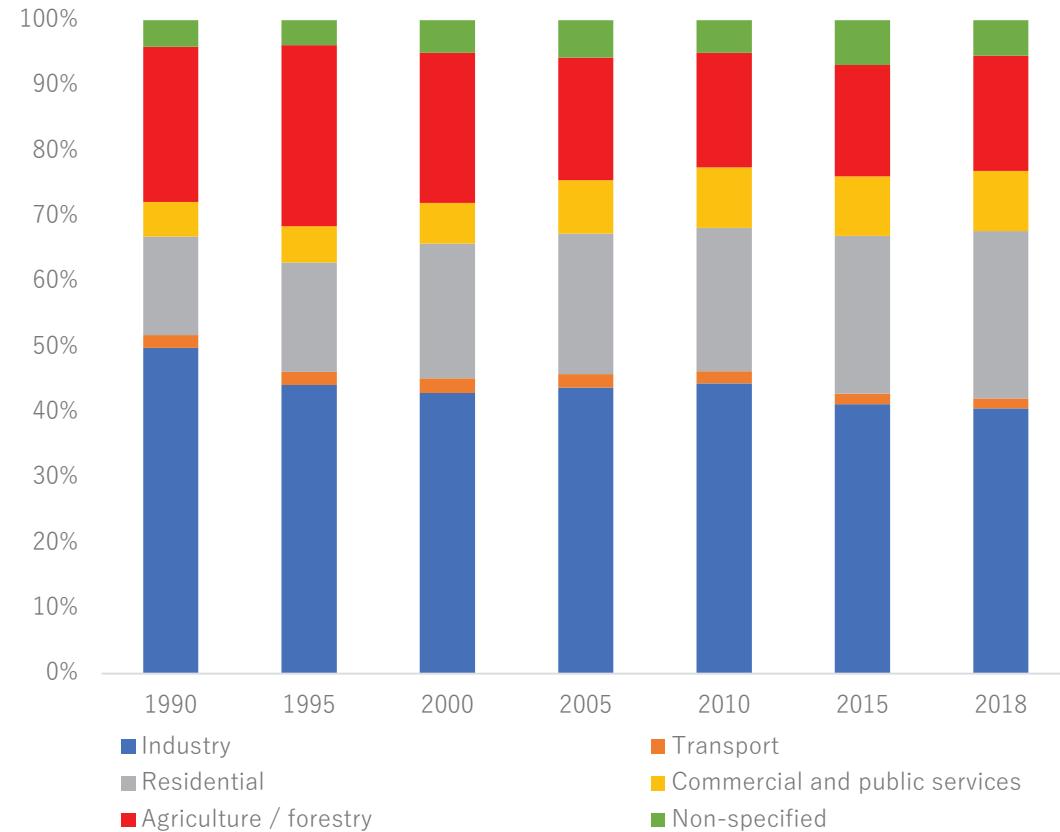
# 消費の構成

インドでは農業用電力消費が大きい

Electricity final consumption by sector 2018

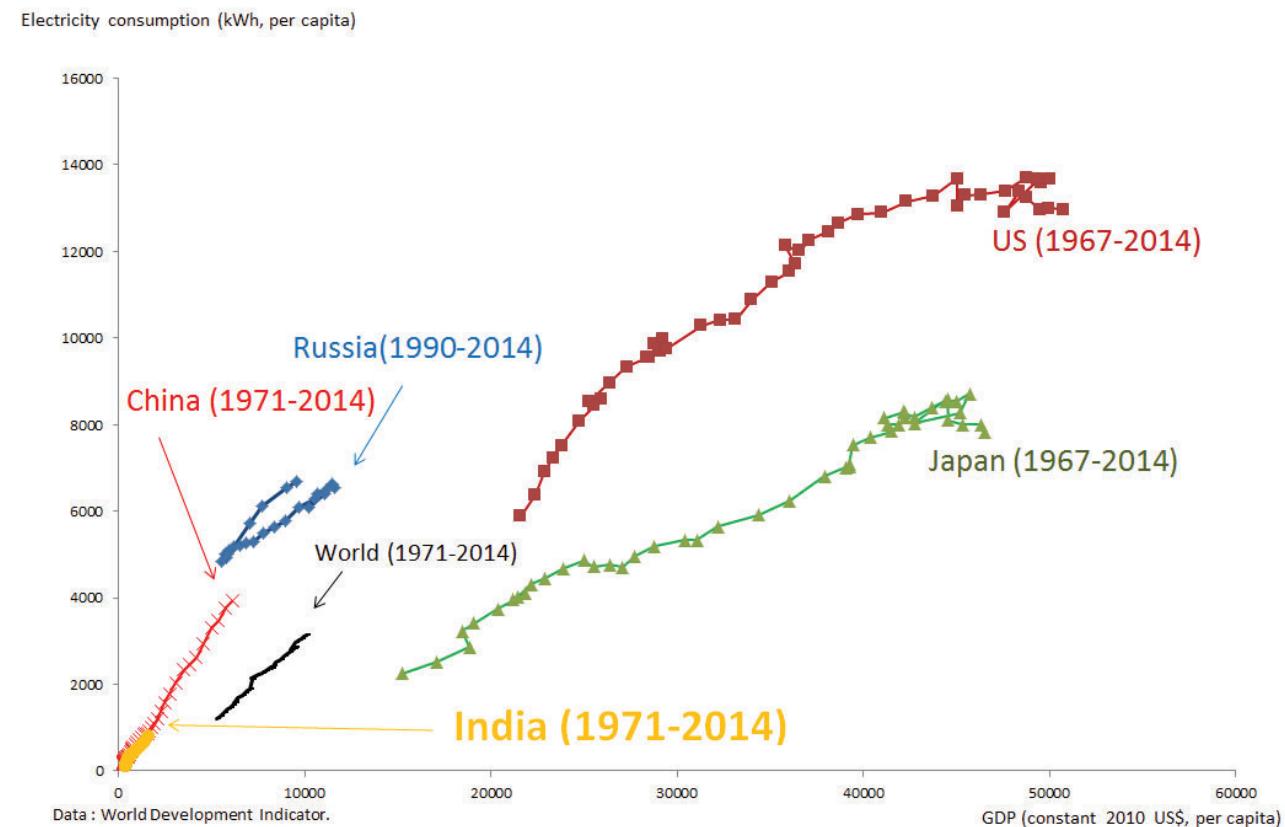
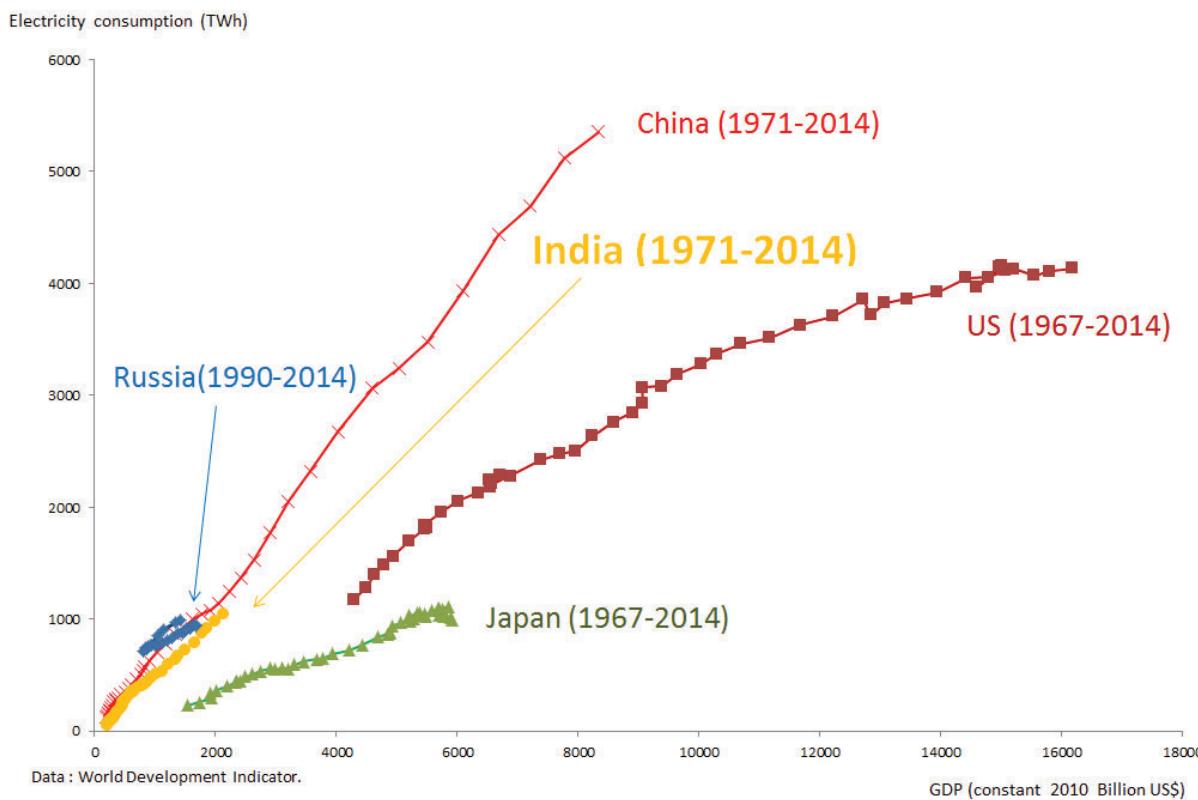


Electricity final consumption by sector, India



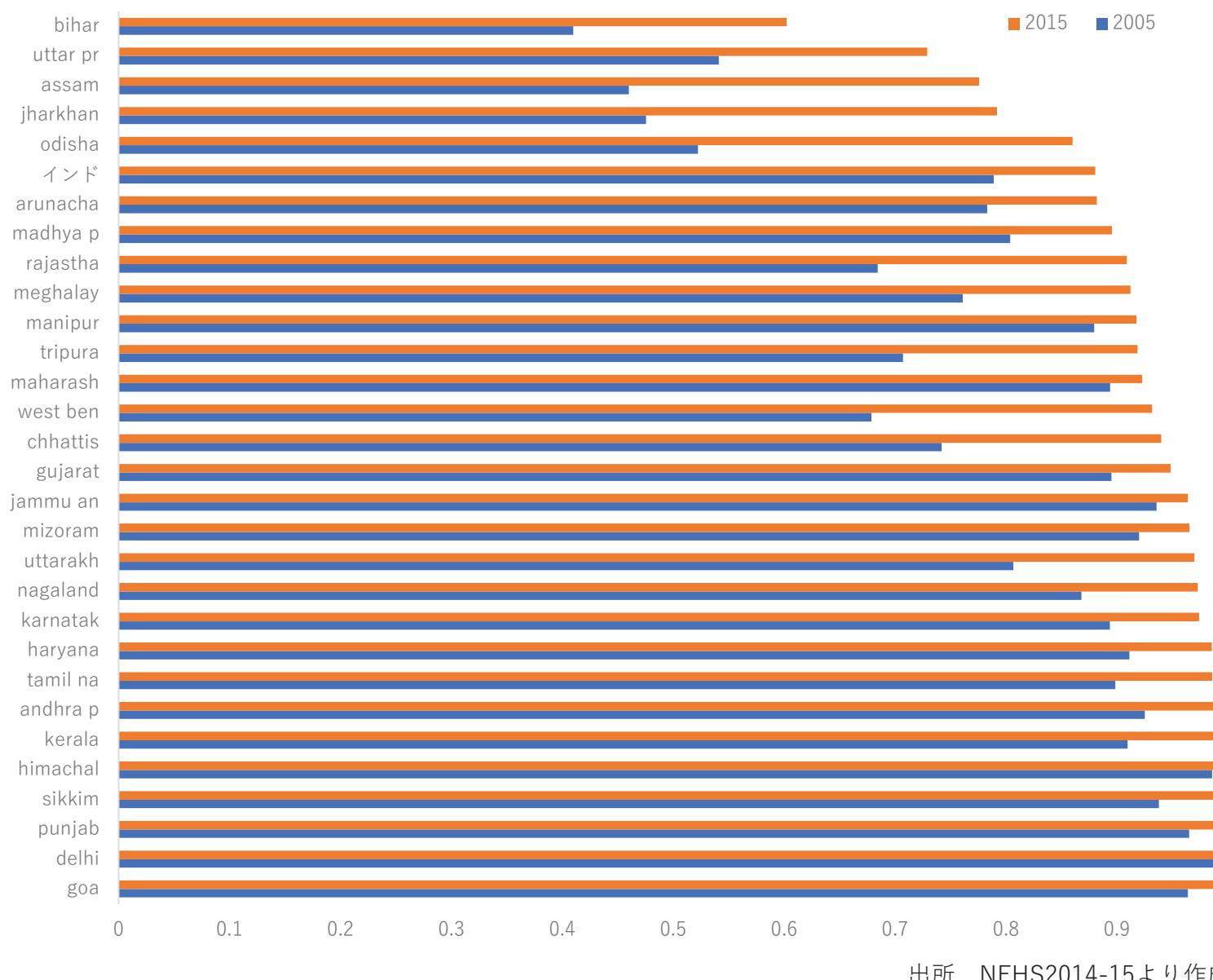
# 電力消費と経済発展

インドはまだまだ発展途上



Per capita

## 各州の電化率

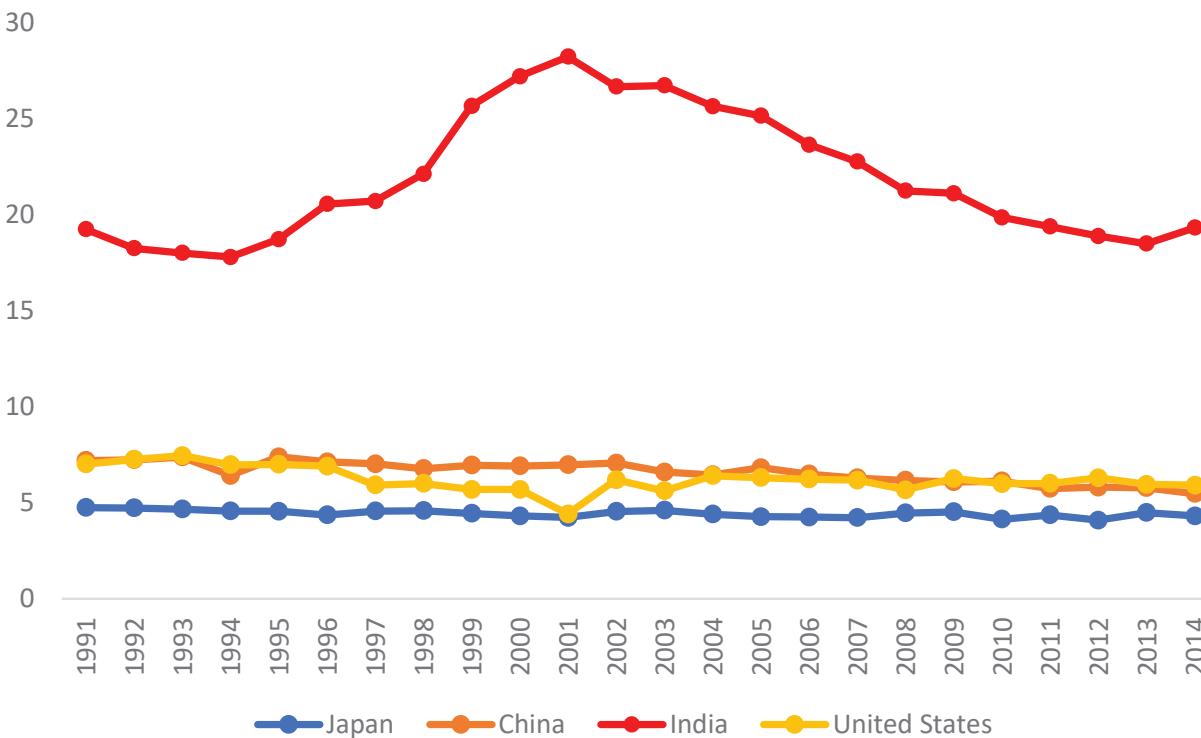


出所 NFHS2014-15より作成

# 送配電損失

送配電口数は低下中だが、依然として高い水準にある

Transmission and distribution (T&D) loss (%)



Source: World Development Indicator



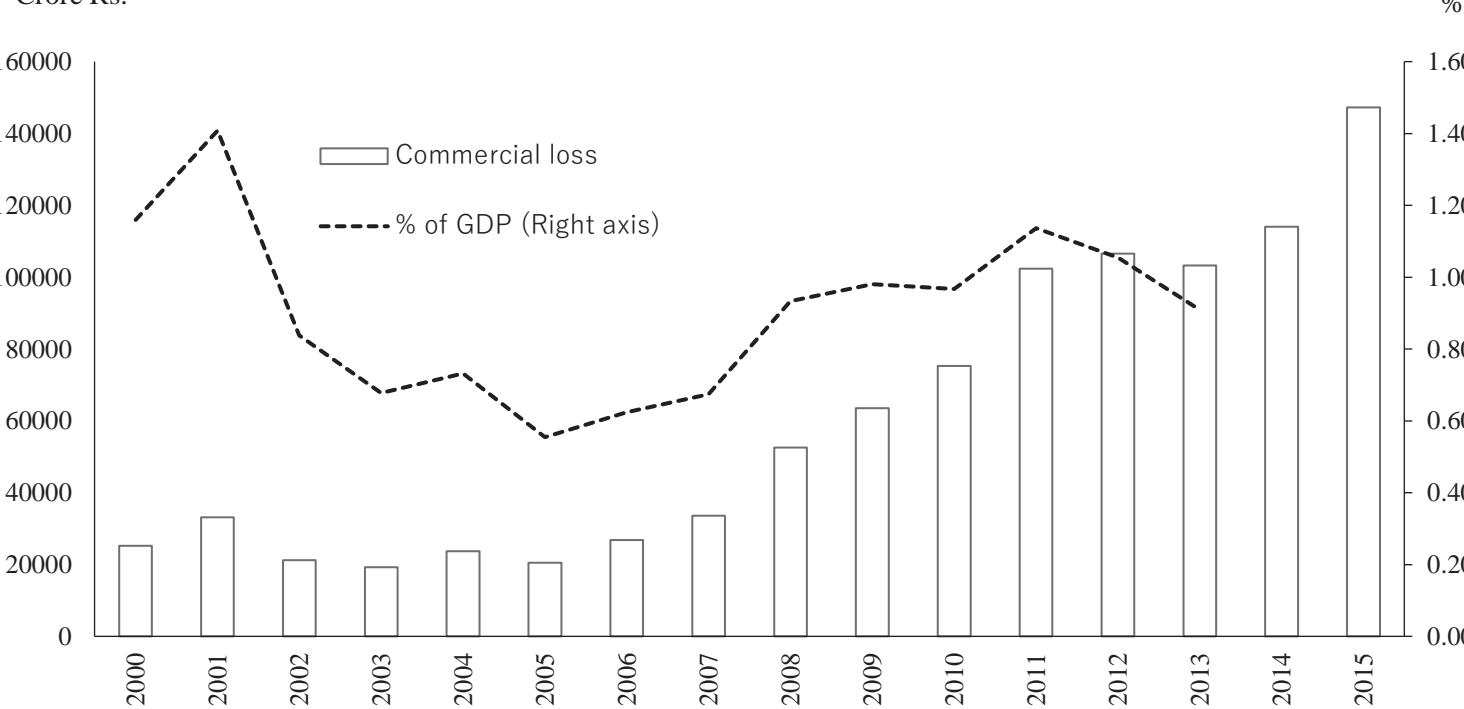
# 商業損失

電力会社(主に配電部門)が巨大な営業損失を産み続けている

- 料金収入の不足
- 電力調達コストの高さ
- 州政府の不十分な補填
- 盗電・未払い
- 送配電ロス

結果として電力供給サービスの劣化に(停電・電圧のばらつきなど)

Crore Rs.  
Commercial Loss (without subsidy) of State Power Utilities.



|               | 2018   | 2017   | 2016   |
|---------------|--------|--------|--------|
| Generation    | 2965   | -861   | 2647   |
| Transmission  | 1748   | -1549  | 2140   |
| Trading       | -7928  | -8190  | -8836  |
| Distribution* | -49623 | -29453 | -33894 |
| Grand Total   | -52838 | -40053 | -37943 |

\*include integrated utilities and power department

Source: Power Finance Corporation (2020)

# 電力改革

- 1990年代のいくつかの努力を経て、2003年6月に施行された電力法では電力改革を義務化
  - 配電部門の経営改革と競争の強化がメイン
    - 州電力庁 (SEBs) の**アンバンドリング**と**州電力規制委員会** (SERC) の設立
    - 発電に関する規制緩和
    - オープンアクセスおよび電力取引事業の導入
- ※州によって姿勢が異なるがほぼ完了

## 【改革の経緯】

### 第一段階（1990年代前半）

- 独立発電会社の設立促進

### 第二段階（1990年代後半）

- SEBの発電・送電・配電部門を分割 (Unbundling)
- SERC（電力規制委員会）設立：料金体系の合理化目的
- APDRP（電力開発改革プログラム）：メーター設置などを財政的に支援、2012年までにAT&D lossを15%に→R-APDRPに引き継がれる

### 第三段階（2003年電力法以降）

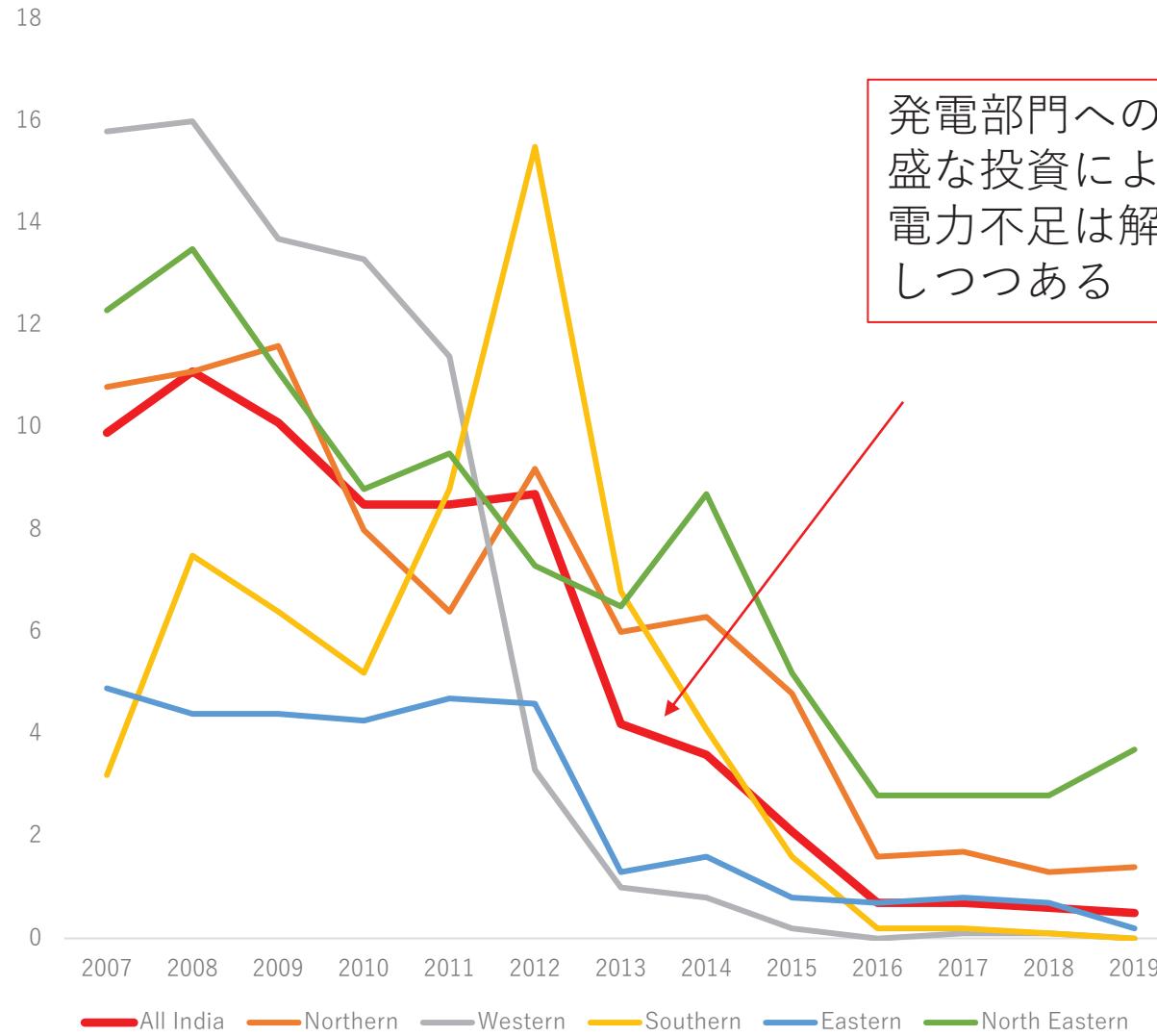
- **2003年電力法**の制定：SEB改革の義務化
- RGGVY：農村電化の推進

|                   | Year of implementation |            |
|-------------------|------------------------|------------|
|                   | SERC establishment     | SEB reform |
| Arunachal Pradesh | 2010                   | -          |
| Andhra Pradesh    | 1999                   | 2000       |
| Assam             | 2001                   | 2004       |
| Bihar             | 2005                   | 2011       |
| Chhattisgarh      | 2002                   | 2009       |
| Delhi             | 1999                   | 2002       |
| Gujarat           | 1998                   | 2005       |
| Goa               | 2008                   | -          |
| Haryana           | 1998                   | 1998       |
| Himachal Pradesh  | 2001                   | 2010       |
| Jammu & Kashmir   | 2006                   | -          |
| Jharkhand         | 2003                   | 2013       |
| Karnataka         | 1999                   | 1999       |
| Kerala            | 2002                   | 2014*      |
| Meghalaya         | 2004                   | 2010       |
| Manipur           | 2005                   | 2014       |
| Mizoram           |                        | -          |
| Maharashtra       | 1999                   | 2005       |
| Madhya Pradesh    | 1998                   | 2005       |
| Nagaland          | 2008                   | -          |
| Orissa            | 1996                   | 1996       |
| Punjab            | 1999                   | 2010       |
| Rajasthan         | 2000                   | 2000       |
| Sikkim            | 2011                   | -          |
| Tamil Nadu        | 1999                   | 2010       |
| Tripura           | 2004                   | 2004*      |
| Uttar Pradesh     | 1998                   | 2000       |
| Uttrakhand        | 2001                   | 2004       |
| West Bengal       | 1999                   | 2007       |

\*Tripura and Kerala remain in integrated utility

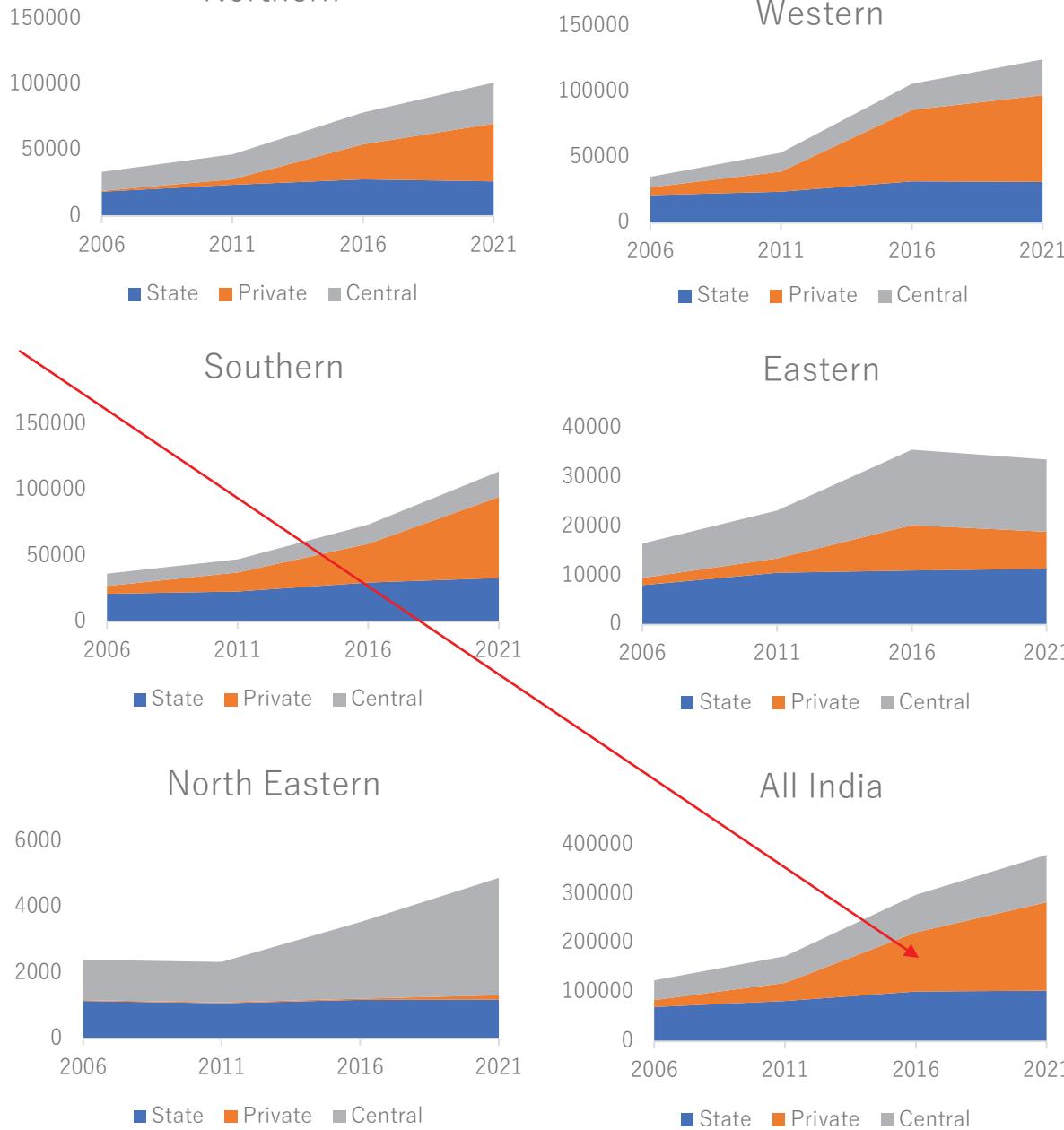
# 発電容量と電力不足

Power Deficit (% of Available energy)

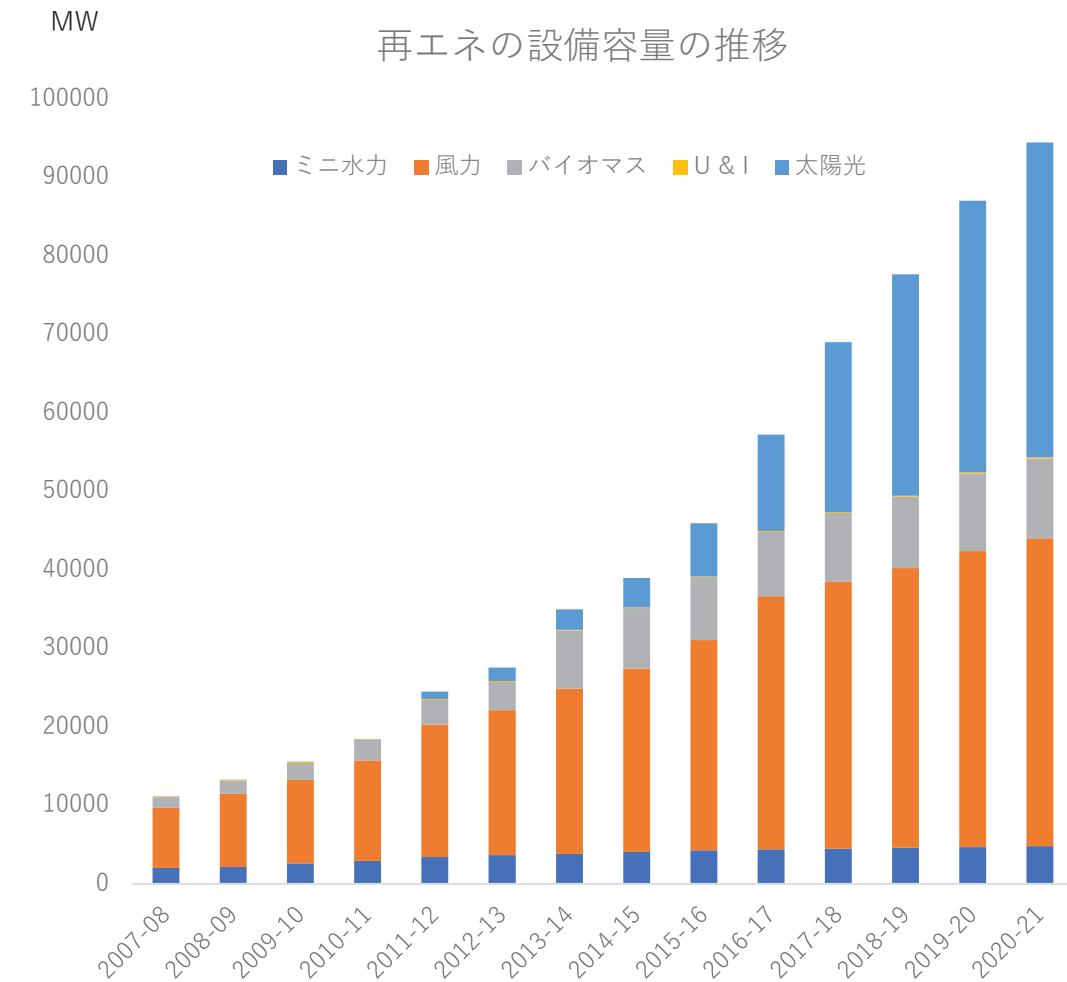
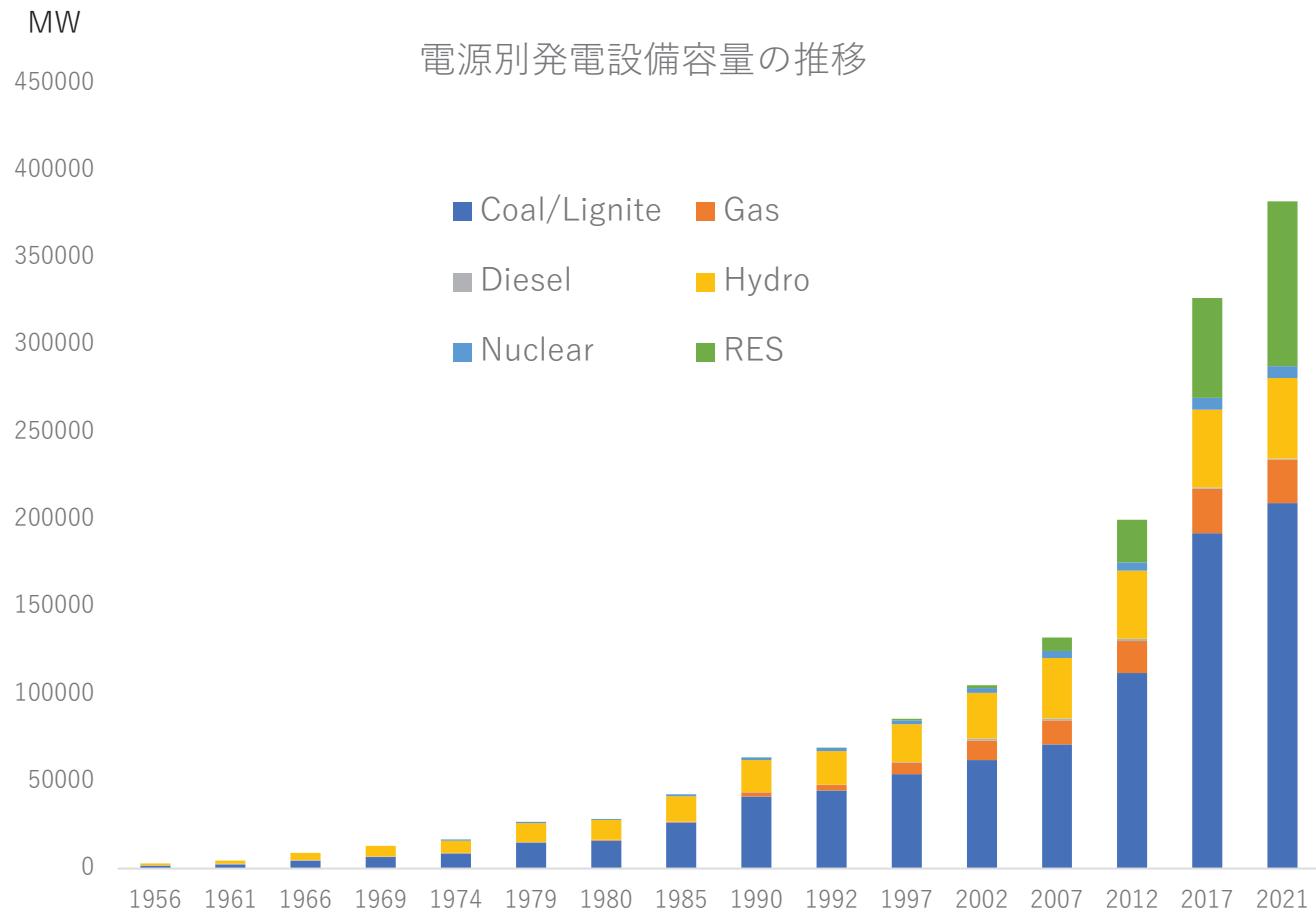


発電部門への旺盛な投資により、電力不足は解消しつつある

Owner-ship/Region wise generation capacity (MW)



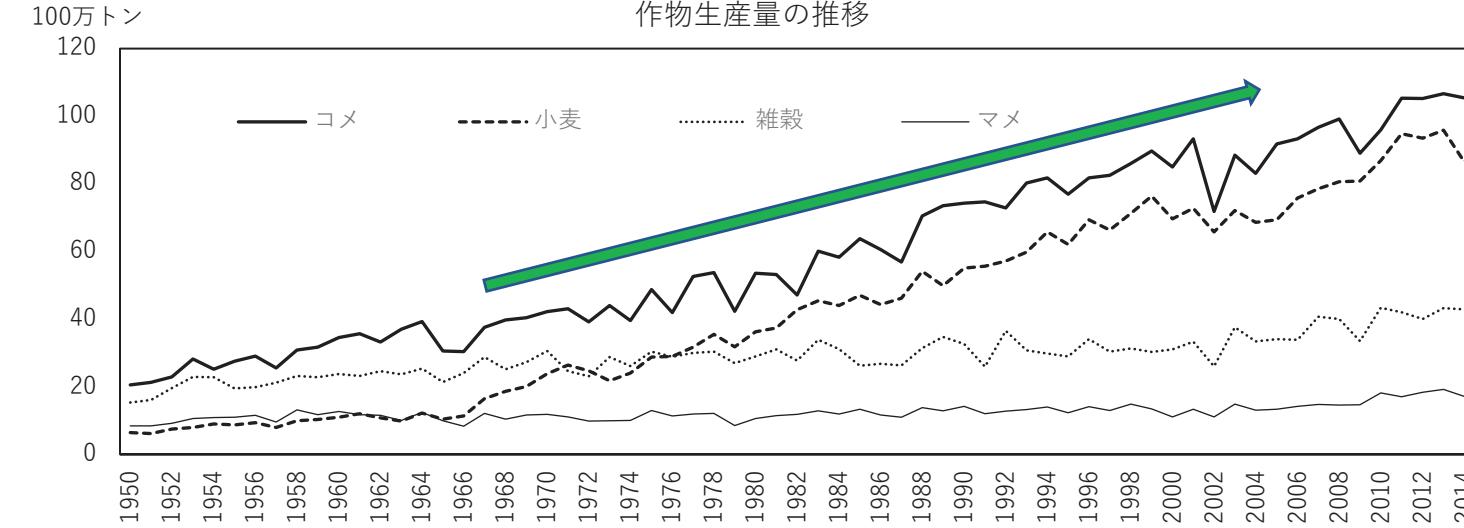
# 発電容量の推移



出所 CEA 2021 Growth of Electricity Sector in India from 1947 - 2021

# 緑の革命と地下水灌漑

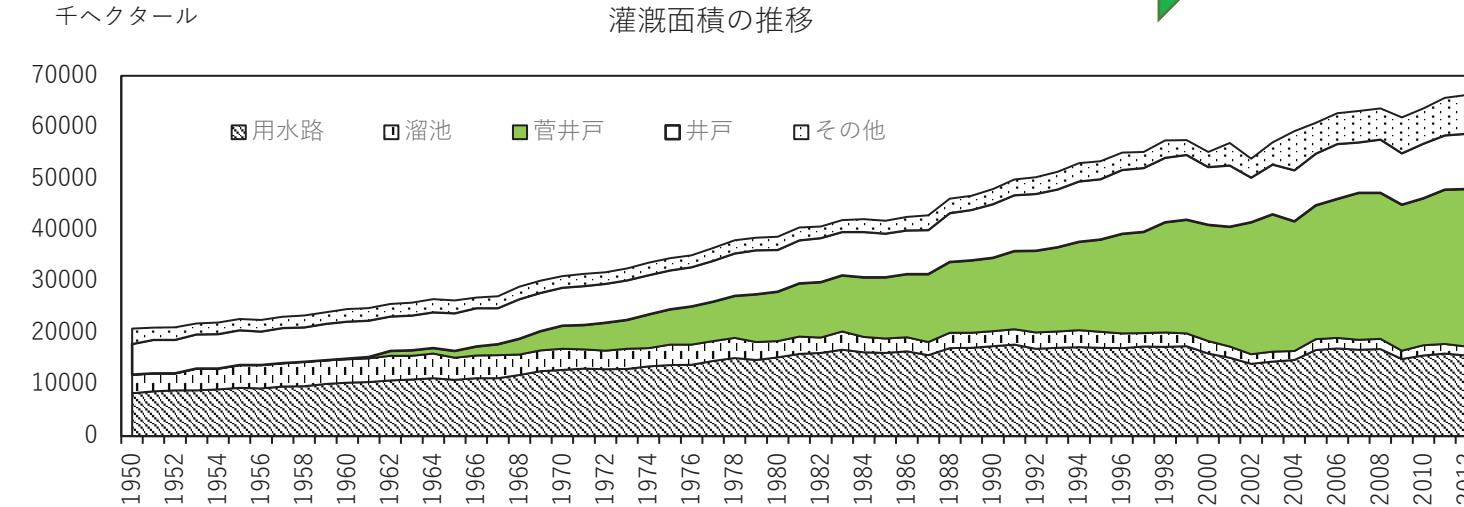
作物生産量の推移



出所：EPWRF India Time Series, Ministry of Agriculture and Farmers Welfare (2017) より作成

## 緑の革命

灌漑面積の推移



出所：EPWRF India Time Series 提供のデータより作成

- 穀物輸入国であったインドが1970年代に自給を達成した最重要的要因は、1960年代末に始まった高収量品種（IR8）の導入いわゆる **緑の革命**（Green Revolution）が各地で進んだこと

- 高収量品種は在来種に比して、多量の灌漑用水を必要とする。その際、**菅井戸**（Tubewell）による地下水灌漑がきわめて重要な役割を果たした



インド・パンジャーブ州にて（2016年7月）

## 農業用電力料金「定額化」「無料化」の背景

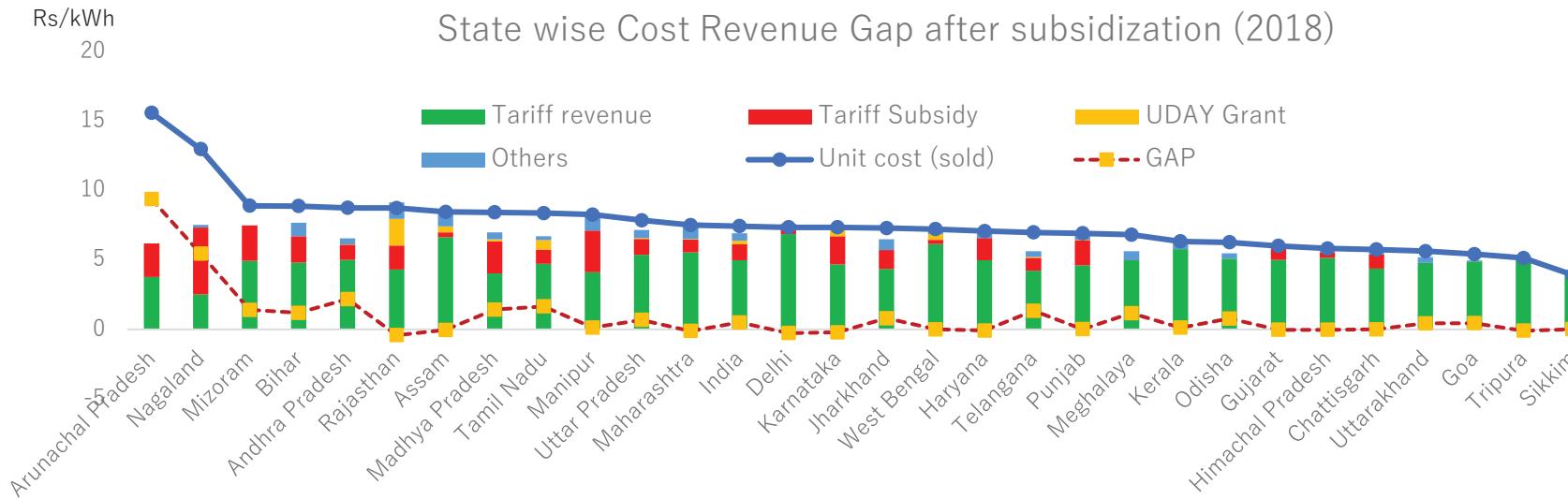
- 1960年代末にパンジャーブ州で、その後、いくつかの州で類似の制度導入
  - 料金徴収コストの軽減
  - 地下水灌漑の普及による**緑の革命**の後押し
- 1970年代末から定額料金の引き下げを農民側が要求、州議会選挙のイシューのひとつとして浮上
  - 国民會議派の一党優位体制の崩壊・多党化→政治的不安定化とともに政権基盤の強化を目指したポピュリスト的財政運営が加速
  - 農業生産性の上昇→中・富農を主体とする利益集団の政治的発言力が増大

※Shah and Verma (2008) は、農業消費に対する料金改革を "political hara-kiri" と表現している。

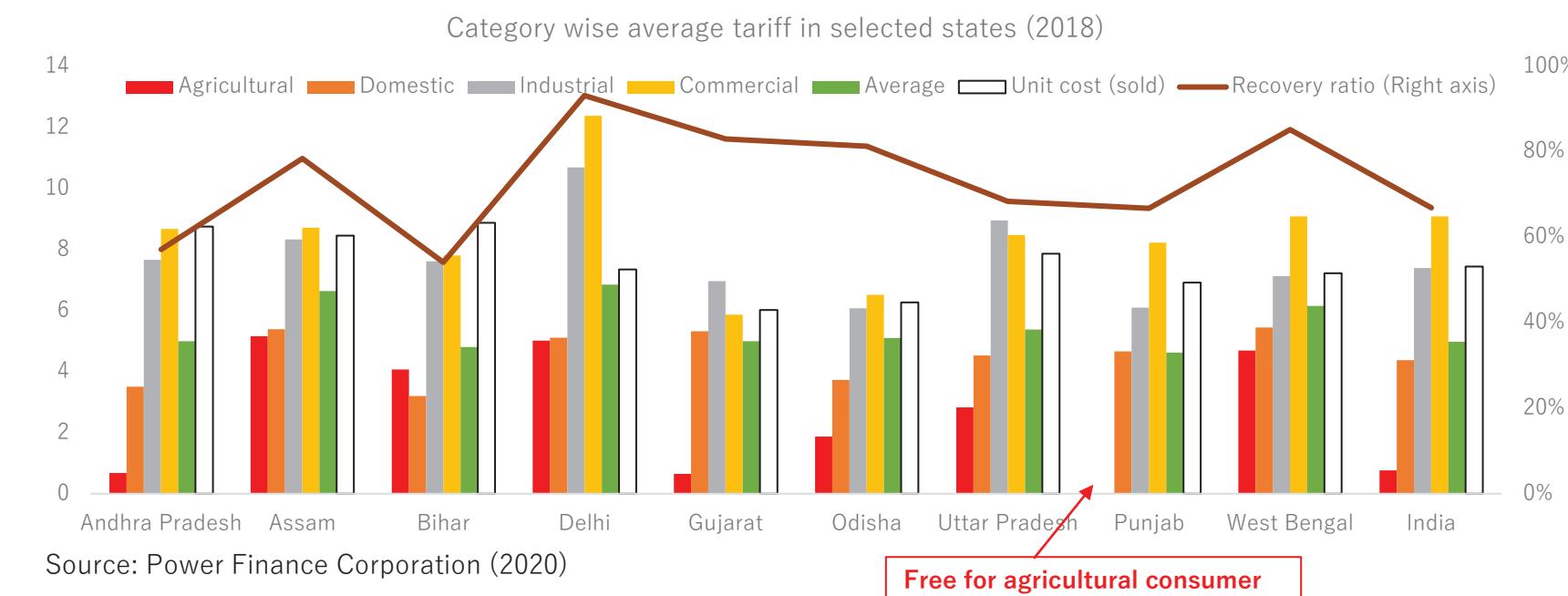
## 農民の言い分

- 中央政府による農作物買い上げ価格（MSP）が安すぎるので、インプット補助金は当然である
- 現状でも生活に困窮・Canal灌漑との費用差
  - 管井戸：必要な初期費用が10万ルピー、ランニングコスト（利子の支払い、減価償却、修理メンテナンス費用）が年間38000ルピー必要。
  - Canal irrigation：初期投資はゼロ、年間多くても400Rs程度の支払い
- 州政府に対する不信
  - 値上げに見合うサービスの改善が実現するのであれば、ある程度の料金負担の増加は厭わない、ただしサービスの改善は期待できない

# 赤字と補助金 (1)

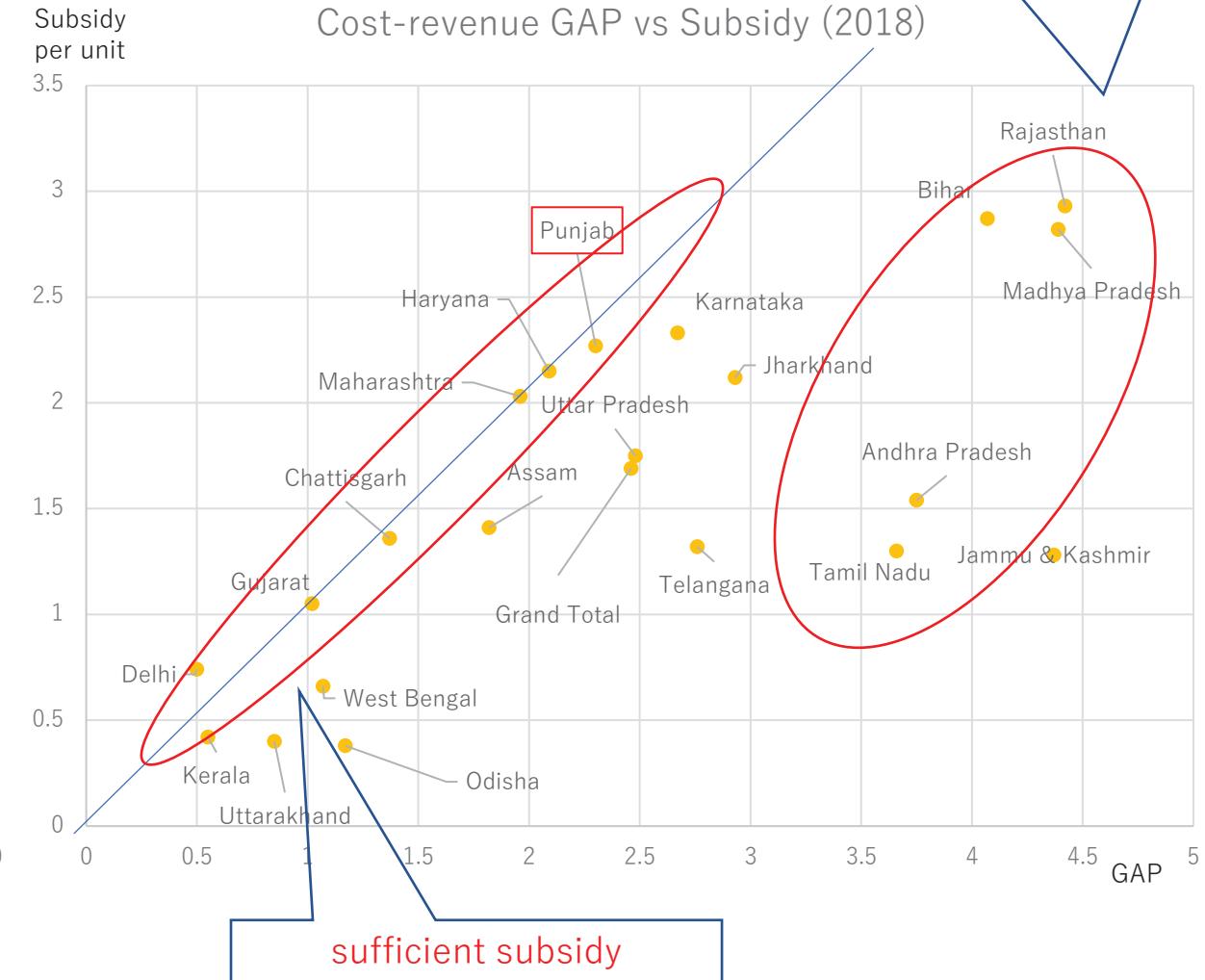
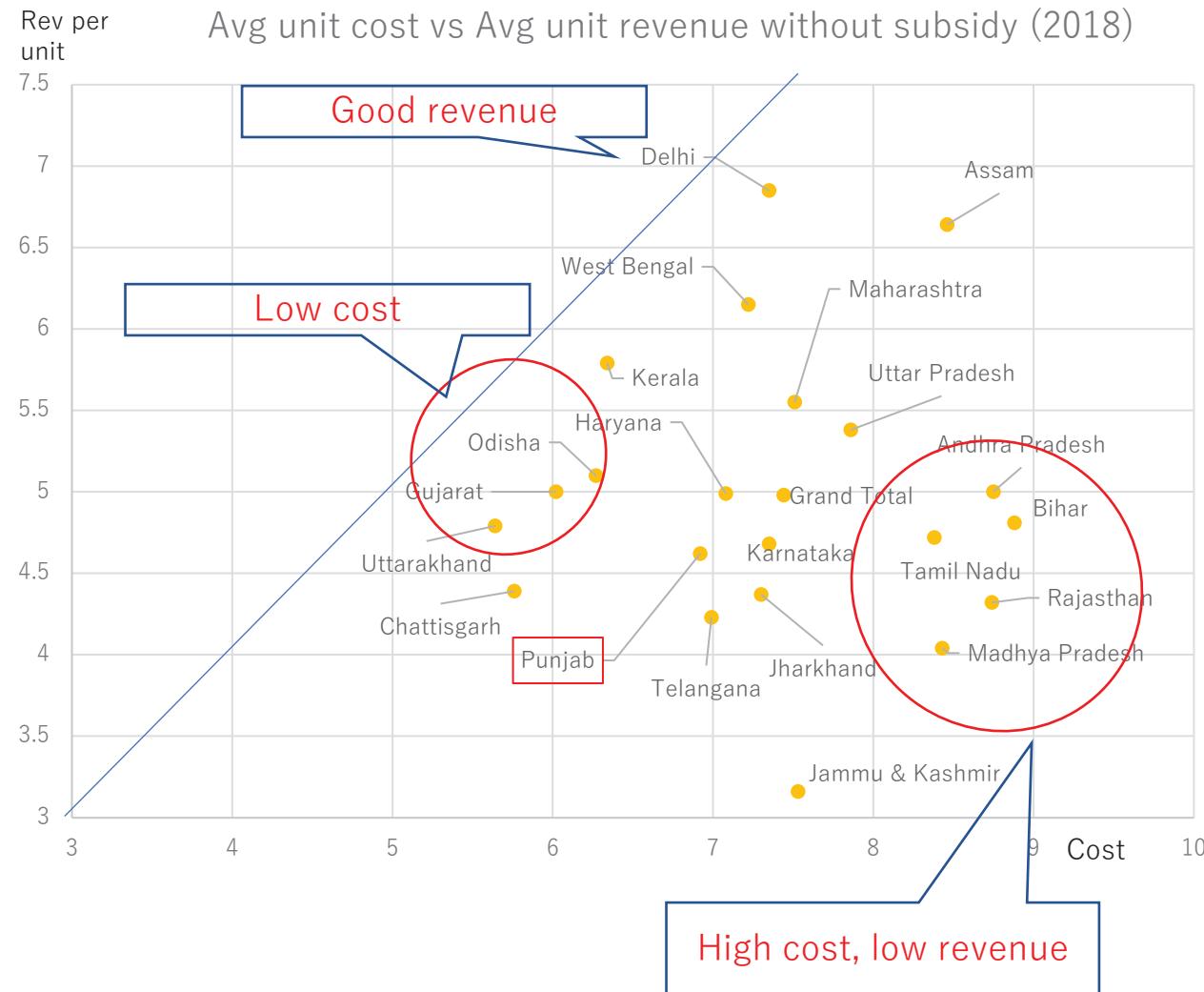


- 料金収入では電力供給コストを回収できない
- 州からの補助金（関税補助金）や中央政府の制度（UDAY）を受けても、ほとんどの電力会社が赤字のまま



- 農業部門からの損失を補うため、工業・商業部門にはコストより高い料金を課す（cross subsidy）一方、農業消費者のための料金（flat rate tariff）はコストよりもかに低い。
- パンジャブ州は灌漑用ポンプに無料で電力を供給している。

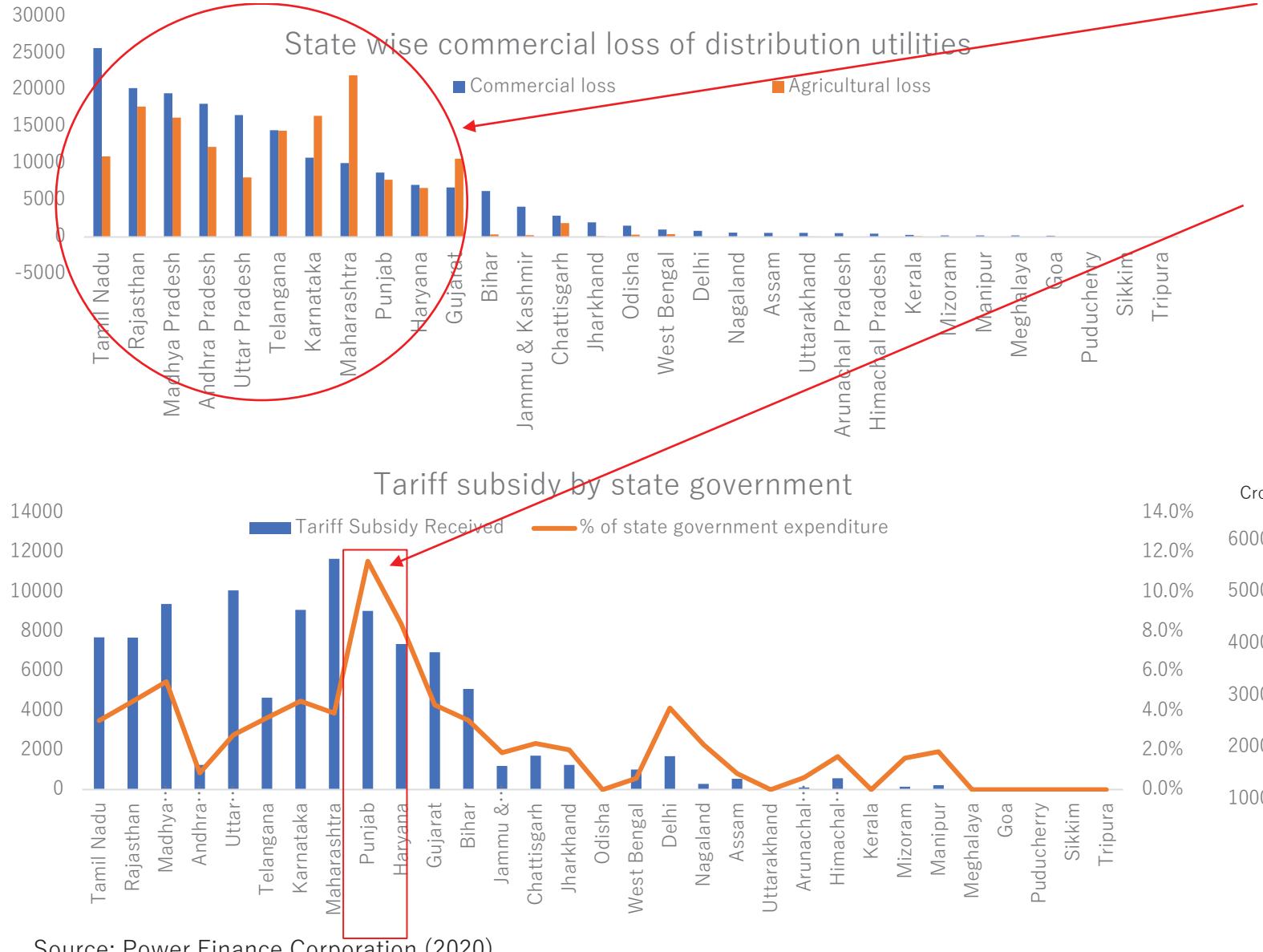
# 赤字と補助金 (2)



High cost, huge gap, low revenue, insufficient subsidy

sufficient subsidy

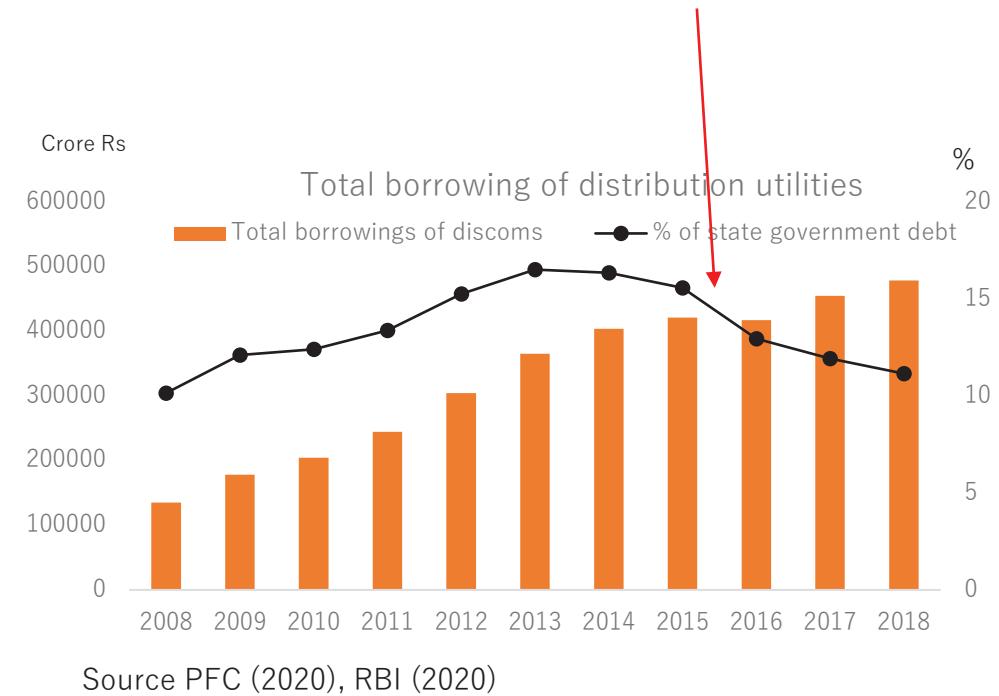
# 州財政への負担



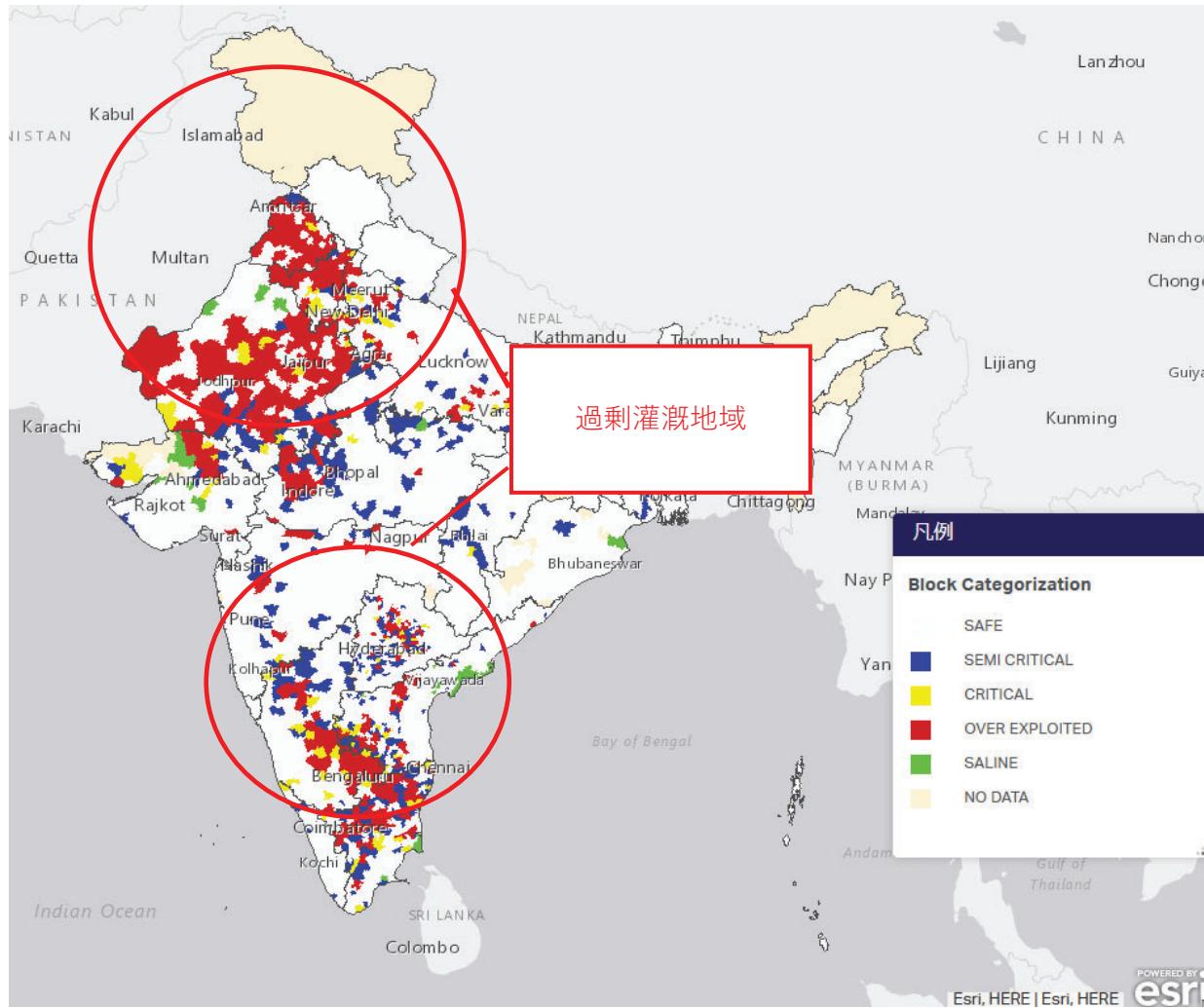
一部の州を除き、ほぼすべての州で農業用電力の消費で商業的損失の多くを説明できる。

電力補助金は、州財政に大きな負担となっている。パンジャブ州では、州政府支出に占める電力補助金の割合が11.5%に達している。

配電事業者の債務は州政府の債務の10%以上。

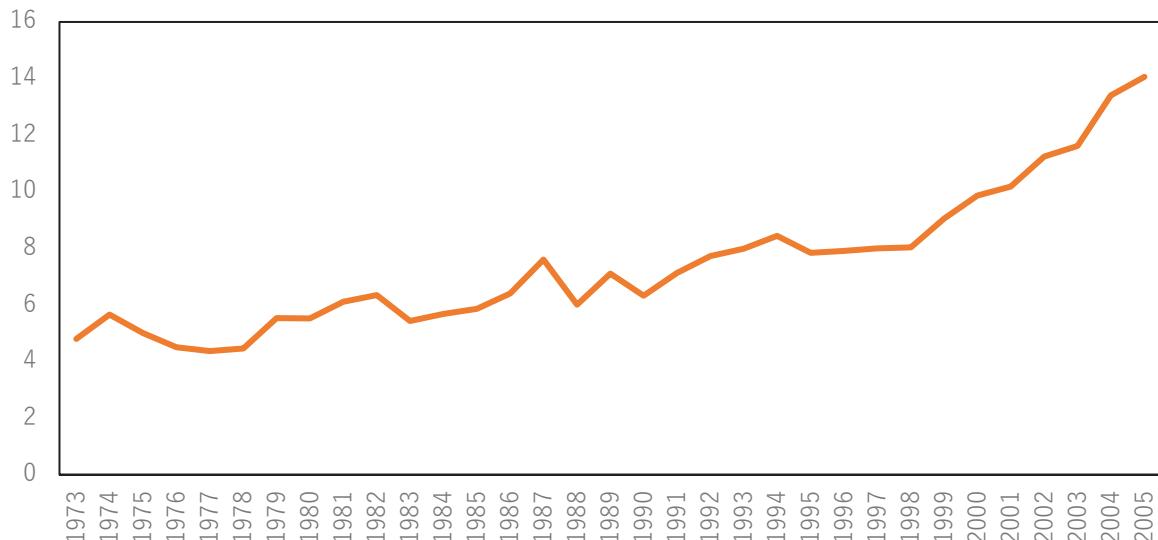


# 環境負荷



Meter

Grand water table in central region, Punjab

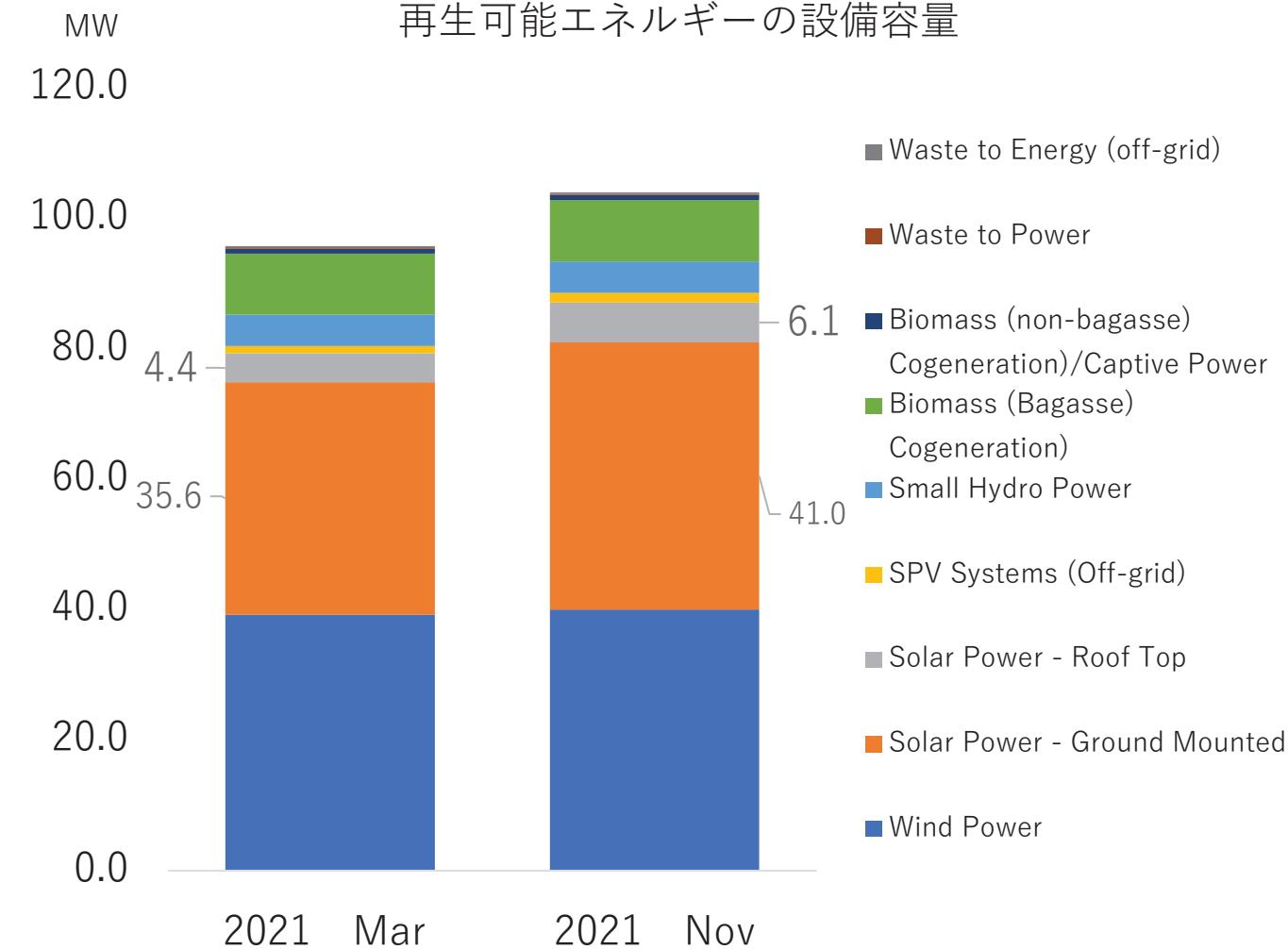


Singh, K 2011 "Groundwater Depletion in Punjab: Measurement and Countering Strategies", Ind. Jn. Of Agri. Econ, Vol 66 (4)

電力補助金が地下水の過剰消費を促進、地下水位低下

Source: Indiawatertool ([www.indiawatertool.in](http://www.indiawatertool.in))

- モディ政権は2015年に、当時35GW程度であった、水力を除く再生可能エネルギーの設備容量を2022年12月までに175GWまで増設する計画を打ち出す
- 太陽光100GW・風力60GW・小型水力5GW・バイオマス10GWの設備容量を目指す
- 太陽光発電はグリッド接続型の大規模太陽光発電と屋根上等に設置する独立型太陽光発電でそれぞれ60GW, 40GWずつ実現することを目指していたが、前者が41GW、後者6.1GWとなっている（2021年末時点）



Source: Ministry of New and Renewable Energy

# PM KUSUM

(Pradhan Mantri Kisan Urja Suraksha evem Utthan Mahabhiyan/Prime Minister Kisan Energy Security and Upliftment Campaign)

## 2020年度予算に連邦予算盛り込まれ、スタート

- The scheme aims to add solar and other renewable capacity of **25,750 MW** by 2022 with total central financial support of Rs. 34,422 Crore including service charges to the implementing agencies.  
(2022年までに17.5万MWを目指していて、2020年3/31時点でその半分くらい)
- The Scheme consists of three components:
  - Component A: 10,000 MW of Decentralized Ground Mounted Grid Connected Renewable Power Plants of individual plant size up to 2 MW.
  - Component B: Installation of 17.50 lakh **standalone Solar Powered Agriculture Pumps** of individual pump capacity up to 7.5 HP.
  - Component C: **Solarisation of 10 Lakh Grid-connected Agriculture Pumps** of individual pump capacity up to 7.5 HP.

- ソーラーポンプ灌漑の普及促進/グリッドへの売電による稼得
- ソーラーポンプのインストールに6割補助

# パンジャーブ州の試み

## 現状

- 1日8–10時間ほどの通電/農業用電力料金は無料/ポンプにメーターは設置されていない
- 年間50cmのペースで地下水位低下

## 新規プロジェクト ("Save Water Earn Money")

- 参加農家の電動灌漑ポンプに**メーターを設置**し、消費量を計測、基準となる消費量を決定
- 翌年、基準となる消費量を下回れば、**節約した電力1kwhあたり4Rsの補助金**を得られる（1kwhあたり5.14Rsの供給コストがかかっているため、電力会社にとっても1.14Rsのメリット）

## 留意点

- プロジェクトの参加は任意/むしろ消費量が増えてペナルティ無し  
→補助金を得られるというインセンティブのみで、電力と地下水の節約を図ることが目的

# まとめ

- 農業用水汲み上げに必要な電力に対する巨額の補助金交付が、電力事業体の経営難と地下水枯渇問題の背景にある
- 電気代の引き上げなどの施策は政治的に困難、長年の懸案
- あくまで人々のインセンティブ構造を変えることで問題の解決を目指す実験的な試みが進行中
- 農村部におけるソーラー発電の普及は、遠隔地の社会・経済開発に貢献しうるが、一方で地下水問題に拍車をかける可能性があり対応は急務

# Reference

- Fujita K. and A. Fukumi (2020) "Overview of the food-water-energy nexus in India and South Asia", in Koichi Fujita and Tsukasa Mizushima ed., Sustainable Development in India: Groundwater Irrigation, Energy Use, and Food Production, Routledge
- Fukumi, A. (2020) "Issues in the Development of the Energy Distribution Sector in India: The Cases of the Electricity and Gas Industries", in Sinichi Kusanagi and Takashi Yanagawa ed., Privatization of Public City Gas Utilities, Springer
- Kato A. and A. Fukumi (2020) "Political economy of agricultural electricity tariffs: Rural politics of Indian States", Energy Policy 145
- Power Finance Corporation Limited. (2020). [The Performance of State Power Utilities for the years 2018–19.](#)
- Shah, Tushaar. (2009) Taming the Anarchy: Groundwater Governance in South Asia, New Delhi: Routledge.
- Shah, T. & Verma, S. (2008). "Co-Management of Electricity and Groundwater: An Assessment of Gujarat's Jyotirgram Scheme", Economic & Political Weekly, 43(7)
- Singh, K (2011)"Groundwater Depletion in Punjab: Measurement and Countering Strategies", Indian Journal of Agricultural Economics, Vol 66 (4)
- Suhag, R(2016)"Overview of Ground Water in India", PRS working paper
- 福味敦 (2018a) 「インドにおける農業発展と電力」, 経済志林85巻4号, 法政大学出版会
- 福味敦 (2018b) 「モディ政権の電力改革」, 現代インドフォーラム, 39号
- 福味敦 (2021) 「巨大新興国インド 脱炭素への高いハードル」 外交, vol 70
- 福味敦 (2022) 「インドの電力改革と農村」 IEE Japan 2022 (1)