

福島原発で何が起きているのか

小林圭二

事故発生から三ヶ月以上過ぎた。事故の惨状も大筋で明らかとなったが、いまだ予断を許さない状況が続いている。もっとも、事故の推移は当初から予想できたことであり、政府や東京電力の根拠なき楽観論と隠蔽が、この三ヶ月間、事実によって覆されてきたにすぎない。

一方、次々発生する新たな難題は、事故収束の難しさを教えている。だが、それらはまだ一部に過ぎない。途方もなく強い放射能が、現場の実態把握さえ阻んでいるからだ。

1、事故とその影響を理解するための基礎知識

(1) 原発がエネルギーを生む仕組み

- ① 核分裂：原発がエネルギーを生む反応。中性子が核分裂性物質（ウラン235またはプルトニウム239など）に衝突し、これらを核分裂させる。
- ② 核分裂連鎖反応：核分裂が連続して起こり、エネルギー発生が継続する現象。核分裂ごとに複数個発生する中性子が核分裂反応をつないでいく。

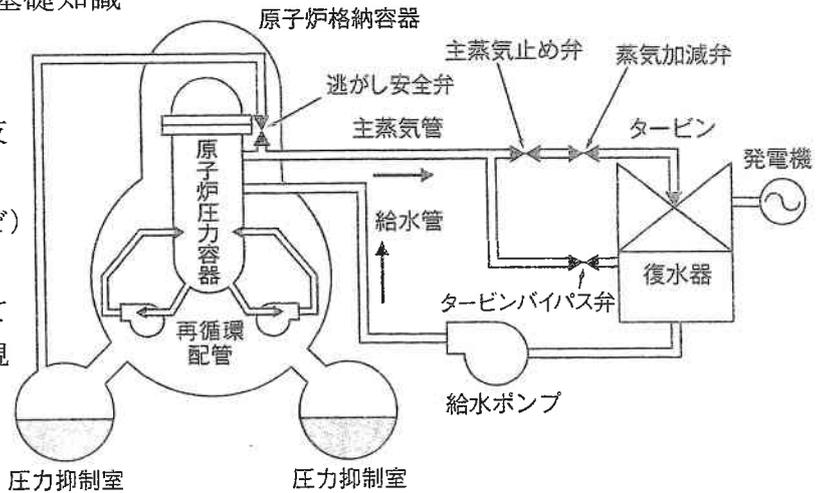


図1 事故原発（沸騰水型）の概略系統図

(2) 原発（軽水炉）の仕組み

- ① 沸騰水型（BWR、東京電力、東北電力、中部電力、中国電力など、図1）核燃料を冷やした水が原子炉内で沸騰し、発生した水蒸気が直接、タービンを回し発電する。
- ② 加圧水型（PWR、関西電力、四国電力など）原子炉内を加圧して炉内では水を沸騰させず、高温高压の水（一次冷却水、約320度、150気圧）が熱交換器（蒸気発生器）を介して二次冷却水を加熱・沸騰させ、発生した水蒸気でタービンを回し発電する。
- ③ 主な機器等（沸騰水型の場合、図2）
燃料ペレット：低濃縮ウランを焼き固

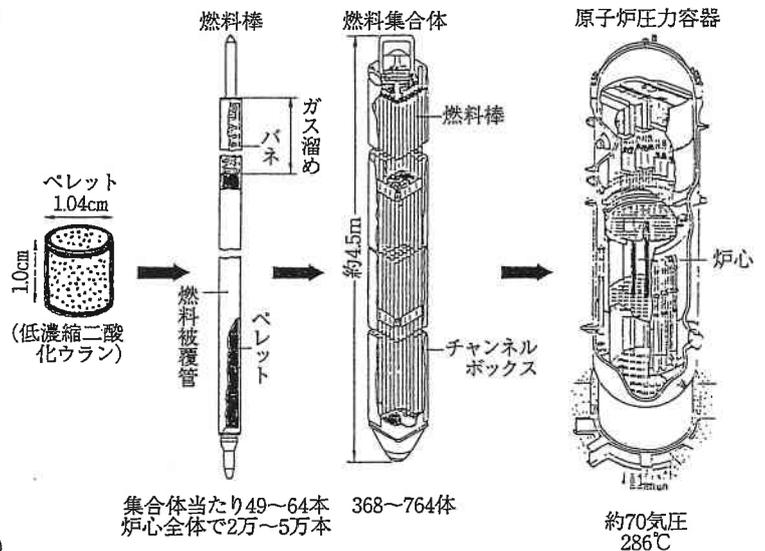


図2 沸騰水型の燃料の仕組み

めたもので、融点が約2800度と溶けにくい。逆に、溶けた場合は放射性物質の大量の放出源となり、高温なので他のものを溶かしながら移動して事故拡大の原因となる。

燃料被覆管：燃料ペレットを多数収める長さ約4mのジルコニウム合金製の管。燃料ペレットでは防げない気体状の放射性物質を閉じ込めるが、事故時は事故拡大の原因に（後述）。

原子炉圧力容器（原子炉）：燃料部を収め核分裂連鎖反応を起こさせる厚い鋼鉄製の容器

格納容器：原子炉圧力容器や配管の破裂を防ぐため、過剰な水蒸気を受け入れて水に戻すとともに、放射性物質を外へ漏らさないよう閉じ込める最後の砦

表1 放射線障害の分類

(3) 原発の危険性の根源

① 核分裂生成物（死の灰）

ウラン235が核分裂した後に残された残存物。200種以上あり、ほとんどが放射線を出す放射性物質。代表例：セシウム137（半減期約30年）、ヨウ素131（同8日）

② 電気出力100万キロワットの原発1基は、1年間に広島原発がばらまいた量の千倍以上の約1トンも生み出す。

放射線障害	身体的影響 被曝した個人に被害が発生する	急性効果： 短期間に被害が出る	吐き気・下痢 出血・血球減少 脱毛 致死	確定的影響： 被曝量が増えると症状が重くなる。被曝量が少ない場合には、発症しないこともある。
		晩発効果： 被曝後長期間たってから被害が出る	白内障 胎児発達障害 不妊 寿命短縮 ガン・白血病	
	遺伝的影響 被曝した人の子孫に被害が発生する	遺伝子突然変異		確率的影響： 発生確率が被曝量に比例する。被曝量がどんなに少なくても、それなりに影響が出る。
		染色体異常		

(4) 放射性物質の危険性

① 放射性物質が出す放射線に当たると身体的被害を被る（表1）

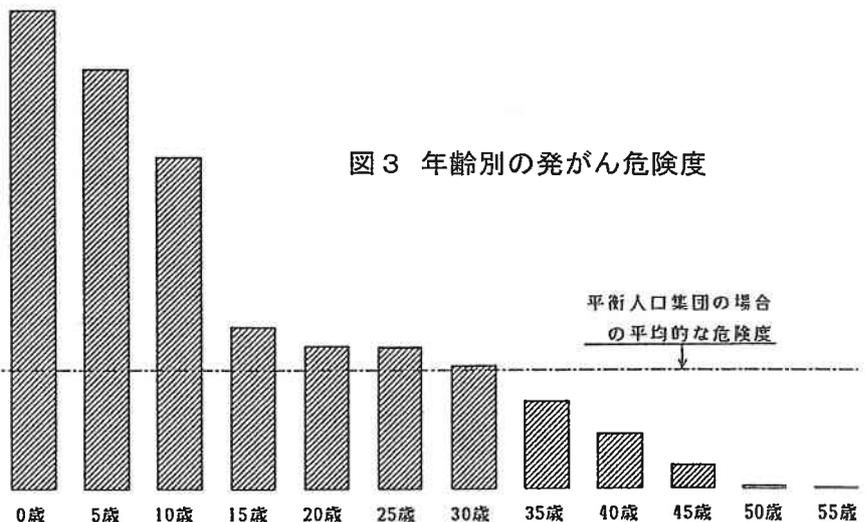
急性効果：ある線量以上の放射線を一度に浴びると起こる。脱毛、嘔吐、血球減少、死亡
晩発効果：被曝後何年かたった後現れる被害。どんなに被曝量が少なくても被曝量に応じて将来のガン死の危険性が高まる。

② 放射線は人間の五感では感じられない（見えない、聞こえない、臭わない、痛くない）。

危険を事前に察知できず、知らぬ間に被曝する危険。

③ 被曝量が同じでも、年齢が小さいほど発がん率は高い（図3）。

④ 体内で著しく濃縮されるものがある（甲状腺に集まる放射性ヨウ素）。



(5) 原発は事故を起こしやすい（放射性物質を外へ放出しやすい）性質を持っている

① 原子炉が止まっても、核分裂生成物（死の灰）が崩壊熱を出し続け、その冷却に失敗すると大事故につながる（人の手で消せない火が燃え続ける、図4）。

- ② 高温高圧のため冷却水が失われやすい。冷却に失敗し空焚きにつながりやすい。
- ③ 燃料被覆管のジルコニウムは高温になると水と反応し、多量の発熱と爆発しやすい水素を発生する。

(6) 原発の代表的大事故

- ① 冷却材喪失事故：空焚きによる炉心溶融事故 1979年米国スリーマイル島原発事故
- ② 核暴走爆発事故：1986年旧ソ連チェルノブイリ原発事故

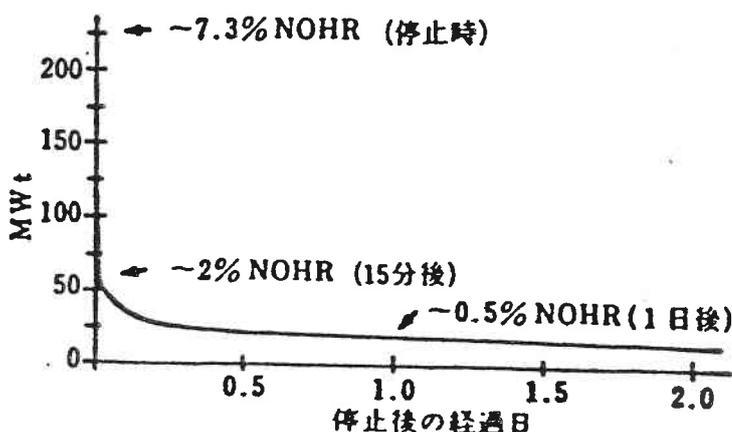


図4 ※NOHRは設計平常運転の発熱に対する割合
1,000MWe (3077MWt) の軽水炉運転停止後の崩壊熱生成率と時間の関係

2、東京電力福島第一原発事故はどんな事故か？

(1) 事故の特徴

- ① 炉心（燃料の領域）の冷却に失敗した炉心溶融事故
- ② 一度に4基の原発が同時に大事故を起こした前代未聞の同時多発事故
- ③ 地震と津波の想定が甘すぎ、対応に失敗して拡大させた人災事故
- ④ スリーマイル島原発事故（レベル5）を超え、チェルノブイリ原発事故に並ぶ国際事故評価尺度最悪のレベル7の事故

(2) 事故の主な経過

- ① 2011年3月11日14:46、マグニチュード9.0の東日本大地震発生、運転中の1号機～3号機自動停止。外部（通常）電源停電。非常用ディーゼル発電機起動
 - ② 1号機で大事故始まる。地震で冷却水配管破断？（冷却材喪失事故？）
 - ③ 約50分後、大津波襲来。福島第一原発各号機の非常用発電機は1機を除きすべて故障。完全停電状態となり、緊急炉心冷却系が動かず燃料の崩壊熱を冷やせなくなる。1号機の事態は一気に悪化
 - ④ 3/12 14:30 1号機、格納容器破損防止のためベントを開けて減圧。放射性物質と水素を含む蒸気を意図的に外部へ放出。しかし、遅すぎた。
 - ⑤ 15:36 原子炉建屋で水素爆発。建屋損壊、4人負傷。
 - ⑥ 18:25 避難指示区域を半径10キロから20キロへ拡大
 - ⑦ 19:04 1号機原子炉压力容器に消火用ポンプで海水注入（遅すぎた注水）
- 以後、同じ事故経過が3号機、2号機でも繰り返された（同時多重事故への進展）。
- ⑧ 3/13 8:41 3号機格納容器から放射性物質を含む蒸気を意図的に外部へ放出
 - ⑨ 11:00 2号機、格納容器から放射性物質を含む蒸気を意図的に放出
 - ⑩ 13:12 3号機、原子炉压力容器に海水注入（遅れた注水）
 - ⑪ 3/14 11:01 3号機、原子炉建屋で水素爆発。建屋大損壊、11人負傷。
 - ⑫ 16:34 2号機、原子炉压力容器に海水注入（遅れた注水）

- ⑬ 3 / 15 6 : 10 2号機、圧力抑制室で爆発。圧力抑制室（格納容器の一部）破損
⑭ 6 : 14 4号機、燃料プールで水素爆発。原子炉建屋破壊、大量の放射性物質を放出、東北、関東を広域汚染

3、いま、どうなっているか？

(1) 1号機は「メルトダウン」

5月12日、東電はようやく1号機炉心のメルトダウン（燃料が融点＝約2800℃を超えて溶融、下部の構造材を溶かしながら落下し、原子炉圧力容器底部に溜まって溶融物の堆積を作る状態）を認めた。しかし、1979年の米国スリーマイル島原発事故の経験から、燃料が露出すれば溶融は急速に進み、メルトダウンまで時間を要しないことは明らか。冷却不能からわずか2時間弱で炉心溶融が始まり、事故発生後約16時間（後に原子力安全・保安院の解析では約5時間）でメルトダウン。

大量の注水にもかかわらず、原子炉圧力容器の水位が炉心部の下約1.5mまでしか上がらないことから、溶融した燃料が原子炉圧力容器底部を溶かして穴を開け、そこから大量の水が漏れていることがわかった。

さらに、原子炉圧力容器を囲み放射性物質の放出を防ぐ格納容器（図1）にも穴を開け、そこから漏れた水が原子炉建屋地下1階に約3000立方メートル溜まっていることも明らかとなった。

こうして、あらゆる安全対策がすべて崩壊した結果、大量の放射性物質が漏洩し、1号機原子炉建屋内は、これまでの空間放射線量率で最大の1時間あたり4000ミリシーベルト（1時間で50%が急性死するレベル）を検出するほどの環境となった。

(2)、2号機、3号機もメルトダウンしていた（5月24日発表）

3号機は事故発生後約42時間（13日午前、保安院は14日20:10）で炉心が溶け始め、2号機も14日夕方（保安院は14日20:50）に溶け始め、いずれもメルトダウンしてしまった。

東電は、「原子炉圧力容器の破損は限定的」と言ってるが、2、3号機とも高濃度放射能汚染水が大量に発生していることから、原子炉圧力容器、格納容器とも大きな穴が開いていることは確実。これまで「炉心は溶融していない」「原子炉圧力容器は破損していない」と言い続けてきたことが完全に覆された。

(3) 大量に漏れ出る高濃度放射能汚染水

3号機では、海へ高濃度放射能汚染水（セシウム134が法定の約62万倍）の新たな流出が見つかる。タービン建屋地下に溜まった高濃度汚染水のうち約4千立方メートルを集中廃棄物処理施設へ移送。その移送先でも汚染水の漏洩が発生。

2号機のタービン建屋地下に溜まった高濃度汚染水の放射能は、3号機、1号機より桁違いに強い。目下、集中廃棄物処理施設へ移送しているが、思ったほど水位は下がらない。また、原子炉建屋内の湿度が約100%と高く、ともに復旧作業の大きな障害に。

(4) 地震による重要機器の破壊

3号機の緊急炉心冷却システム（ECCS、空焚き防止装置）の「高圧注水系」（蒸気駆動）配管は、津波が来る前の地震で破れた可能性の高いことが判明。耐震設計を根本から見直す必要が生じ、すべての原発に波及する問題となった。

(5) 燃料プールが危ない

① 4号機燃料プールの危険な現状

3月15日の水素爆発により原子炉建屋天井と側壁が大破、燃料プールの耐震強度が失われた。大きな余震が来れば燃料プールを支える建屋が崩壊し、大量の燃料が破壊・崩落する危険にさらされている。耐震補強柱の建設が急務だが、放射能が強く作業にかかれない。

② 2、3号機の燃料プールも危ない

温度の上昇、プール水の高濃度放射能汚染

③ 1号機の燃料プールは状況が全くわからない

落下した天井がプールの液面に覆い被さり、状況調査ができない。

4、「想定外」に迫いやられた想定内の事故

(1) 「想定外」でない津波

今回の津波は東電の「想定」(波高5.7メートル)を3倍近く超える14メートル超だったが、「東電の想定と比べものにならない」貞観津波(869年、内陸数キロで波高3メートル、死者千人以上)を考慮すべきとの指摘(産総研岡村行信センター長)に、東電は対策をとってこなかった。

過去、巨大津波が繰り返されていた(1500年頃の東北関東大津波等、産総研調査)も無視

(2) 自然災害に遇えば完全停電も「想定外」でない

今回の津波で複数回線の通常電源、複数基設置の非常用ディーゼル発電機が全滅し、完全に停電状態となった。

しかし、大地震など自然災害に遭えば、複数ある同一機器が共倒れする事態(共通要因故障)は十分あり得ること。むしろ1台でも健全に残ると考える方が不自然。この問題は、かねてから反原発側により常に主張されてきたこと(伊方1号機裁判、浜岡原発裁判など)、決して「想定外」ではない。

指摘を無視してきた国、電力会社だけでなく、彼らにお墨付きを与えてきた最高裁の責任は重大。

5、チェルノブイリ事故時の住民避難基準を大幅に超える放射能汚染

(1) 大気汚染

東京新宿区のセシウム137降下量が、チェルノブイリ事故時の約30倍(3/19)

(2) 土壌汚染

文科省と米エネルギー省との航空機による合同測定により、原発北西方向の浪江町、双葉町、南相馬市、飯館村、葛尾村では、土壌の放射性セシウム蓄積量が、旧ソ連チェルノブイリ原発事故避難基準(1平方メートル当たり55万ベクレル)の3~6倍(図5)。

(3) 食料汚染

福島県産原乳、茨城県産ほうれん草等に基準を超える放射能検出(3/19)。福島、茨城、栃木、群馬各県に食品の出荷制限指示(3/21)

(4) 水道水汚染

東京金町浄水場の水道水から乳児の基準の2倍以上の放射性ヨウ素検出、乳児飲用制限措置

(5) 海水汚染

高濃度放射能汚染水が海中へ直接漏洩、海水中のヨウ素131濃度が急上昇(3/26~31)。

集中廃棄物処理施設内の放射能汚染水10390トンを用意的に海へ放流（4/4～10、高濃度汚染水の移送先確保のため）。韓国等外国から非難集中。

(6) 後手に回り拡大を続けた住民避難区域

2キロ→3→10→20→30キロ→「計画的避難区域」「緊急時避難準備区域」「警戒区域」

6、浜岡原発（中部電力）の全面停止は決まったが

- ① 高さ15mの防潮堤建設など「津波対策」が完成するまでの2～3年間の一時的停止にすぎない。
- ② 秒読み段階に入った東海地震が、東南海、南海の2大地震と連動すれば「想定外」の巨大地震に襲われる。福島第一原発事故を被っているがまだ懲りないのか。
- ③ 浜岡原発の一時的停止は、他の全原発運転容認の生け贄に過ぎないごまかし
- ④ 浜岡にとどまらず、地震国日本で原発を動かせば、いずれどこかの原発が福島第一原発事故を再現する。すべての原発は停止すべき。

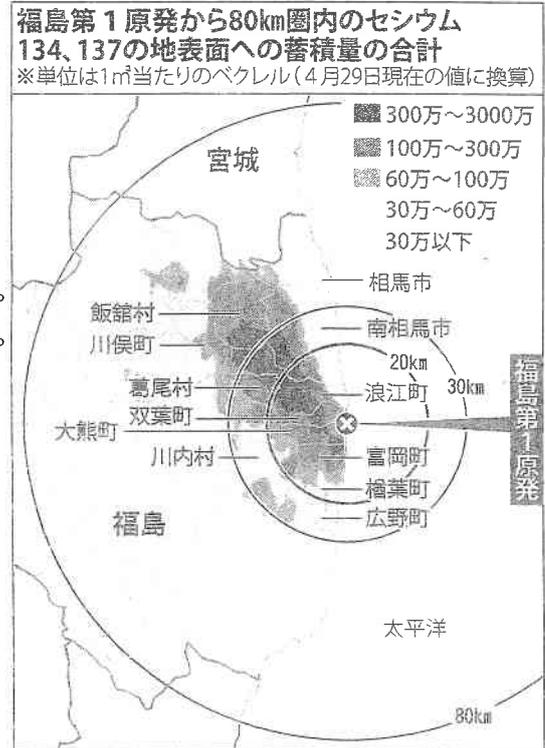


図5 放射性セシウム蓄積量の分布

7、終わりの見えない事故 困難な事故収束

(1) 「工程表」の「見直し」

4月17日作成された「福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」（いわゆる「工程表」）が、一ヶ月経過し見直された（5月17日）。

(2) 実状からかけ離れた目標達成時期に変更なし

3ヶ月までに放射性物質の放出を減少に向かわせる

6～9ヶ月までに原子炉を100℃以下の安定状態にし放射性物質放出量を大幅削減

- ① 2号機、3号機の状態が未調査で現状がわからないうえ、工程表は原子炉圧力容器や格納容器の健全を前提とした計画で絵に描いた餅
- ② この1ヶ月間に数々の難題が明らかとなり達成時期の延期が必至だが考慮されていない。

(3) 困難な収束への作業

- ① 炉内を冷やす「循環注水冷却系」のつなぎ込みは、きわめて放射能の強い場所での被曝作業、下請け労働者の被曝量を増やす。
- ② 「循環注水冷却」の水源は、原子炉建屋またはタービン建屋地下の滞留水であるため、放射能が極めて高い上に油やゴミなど一般不純物が多い。さらに、大量の海水を使ったため塩分が濃く、吸着剤がすぐへばるなど除洗、脱塩が十分できるか疑問。きわめて困難かつ長期間を要する。
- ③ すでに滞留している膨大な量の汚染水（1～4号機分で、5月末現在10万5100トン以上）にこれから増える分をあわせ約20万トンともいわれる汚染水の貯蔵容量が確保できるのか。その処理も困難かつ長期間を要する。
- ④ 地下水汚染防止策の遮へいは非常に大がかりな工事、実現は未知数。

- (4) 土壤汚染をどうするか、汚染土壌の捨て場がどこにあるのか。土地の放棄か。
- (5) 海の汚染をどうやって止めるか。新たな海への漏出が起こる可能性。
- (6) 溶融した燃料をどうやって取り出すか、その処理をどうするのか（廃炉の困難な問題）

8、事故収束を急ぐな！ 命を削られる下請け労働者のことを考えよう

(1) ご都合主義で次々引き上げられる原発震災被災地の被曝制限値

- ① 一般人 年間 1 m Sv (ミリシーベルト) → 20 m Sv
- ② 放射線作業従事者 年間 50 m Sv → 100 m Sv → 250 m Sv

(2) 下請け作業者に強制される被曝

事故の早期「収束」にメンツをかける政府と東電首脳陣、早期収束の大合唱を奏でる経済界とマスコミ、早く戻りたいと願う原発震災避難住民の圧力で、現場で作業する下請け労働者には強いプレッシャがかけられている。その結果、作業者に被曝量の増加を暗黙のうちに強いる状況を生みつつある。

避難住民の気持ちはわかるが、急がせるべきではない。スケジュールが多少遅れても、被曝量が少なくすむような作業計画と被曝管理をきちんと行って作業を行わなければならない。

9、危険はまだ続いている

- (1) 水素爆発→大量の放射性物質放出の危険は、まだなくなっていない。
- (2) 今後も、どこから放射能汚染水が外へ漏れだしてくるかわからない。
- (3) 余震の脅威
 - ① 新たな余震が引き起こす重大事態の危険、本震で痛んでいた機器が破壊される危険
 - ② 余震による停電がもたらす原子炉圧力容器内や燃料プールの冷却不能状態→事故の再来

10、原発を止めよう、今原発をすべて停止しても停電にはならない。

- (1) 福島事故の教訓、原発はひとたび大事故を起こすと取り返しのつかない破局的被害をもたらす。
- (2) 原発の使用済燃料はどこにも捨てられず、未来永劫にわたり子孫に危険と負担を押しつける。
- (3) 原発は弱い立場の人たちへの差別、犠牲なくしては成り立たない（過疎地の住民、下請労働者）。
- (4) 原発を今すぐ全廃しても停電にはならない（図6）。

1年のうち電力需要がピークになる夏場1週間 発電設備量 [100万kW]

ほどの日中数時間のみ供給力がぎりぎりになる年もあるが、この程度は需要側の調整で容易に乗り切れる。「計画停電」の脅しに屈してはならない。

図6 原発を全部止めても電気は足りる
最大電力需要量と発電設備容量の比較
政府統計局および電気事業連合会の統計データ
から小出裕章氏が作成

