

ハンセン氏らの書簡への反論

原子力発電は気候変動問題への答えではない

2014年1月31日 (ver.2)

東北大学教授 明日香壽川*

関西学院大学准教授 朴勝俊

元地球環境問題大使 西村六善

京都大学教授 諸富徹

親愛なるカルデイラ博士、エマニュエル博士、ハンセン博士、ウィグリー博士

私たちは、日本において気候変動防止のために、経済学や政治学の立場から研究・提言を行っている者です。今回、貴兄らの書簡「環境政策に影響を持つ反原発の人々へ」(Caldeira et al., 2013)に触発されて筆をとりました。これまでの貴兄らの気候変動問題に対する極めて真摯な取り組みは賞賛しております。しかし、気候変動対策として原子力発電の役割を重視するべきという考えには、福島第一原発事故を経験した日本人として違和感を持たざるを得ません。

理由は、「気候変動問題が深刻だから原子力発電が必要」という議論は、もう少し丁寧になされるべきだと考えるからです。すなわち、原子力発電のリスクと他のエネルギーや環境問題のリスクの比較は単純ではありません。特に原子力発電のような、大きな事故があったときに繰り返しのつかない状況に陥る場合は特別な考慮が必要です。そして結果的に、博士らは、原子力発電のリスクを過小評価しているように思われます。同時に、原子力発電以外の気候変動対策である燃料転換、再生可能エネルギー、省エネなどの役割も過小評価しています。後述するように日本の環境保護主義者の間には、気候変動防止の動き自体が原子力産業の陰謀であるとする気候変動問題に対する懐疑論が、博士たちの想像以上に強く根付いています。そのため、私たちは気候変動も原子力発電もない解決策の必要性和可能性を唱えてきました。気候変動防止のために原子力発電の利用を呼びかけるという博士たちの書簡は、むしろそのような懐疑論者が持つ疑念を強め、気候変動防止の必要性に広く理解を求める目的からも逆効果となると懸念されます。

以下では、日本の状況も紹介しながら具体的に原子力発電のリスク、発電コスト、新型原子炉、そして原子力発電に依存しない気候変動対策の可能性について述べたいと思います。ご参考にしていただければ幸いです。

* E-mail address: asuka@cneas.tohoku.ac.jp

内容

1. 原発事故の確率
2. 死亡者数の比較
3. 原子力発電の発電コスト
4. 日本が回避した最悪シナリオ
5. 石炭火力発電とのセットでの導入
6. 新型原子炉の役割
7. 原子力発電なしでの2度目標達成可能性
8. 結論：“ロシアン・ルーレット”に頼らない政策を

1. 原発事故の確率

原子力発電と他のエネルギー源とのリスクや安全性を比較する際に重要なのが、原子力発電所において重大事故が起きる確率です。よく知られていますように、Nordhaus（1997）は、スウェーデンにおける脱原発政策の合理性を詳細に分析しました。しかし、そこでの議論の前提は「メルトダウン（炉心溶融）が起こるような過酷事故のリスクは100万年炉年（1基の原子炉が1年間稼働する時間を1炉年）に1回から1億炉年に1回」というものでした。このような小さな数字は、確率論的リスク評価（PRA）というシミュレーション計算の結果に過ぎないもので、国際的には国際原子力エネルギー機関（IAEA）の「安全目標」に位置づけられているものです。日本の原子力発電政策の失敗は、このような数字を「安全性の証明」として行政や司法が信じこんでしまったことにありました。イベント・ツリー分析などによる確率論的リスク評価の結果は、あくまでその相対値の改善を目標としてプラントの弱点の克服に援用するものであり、絶対値を「安全性の証明」として活用すべきものではないのです。

もし、このような事故確率に基づいて、リスク評価のプロフェッショナルである保険会社に対して、極めて低い保険料率で巨額の保険金の原発事故損害賠償保険を引き受けるように提案したらどうでしょう。それを引き受ける保険会社は一つもないに違いありません。

福島事故以前の1997年に日本の原子力保険プールがどの程度の保険料を設定していたかを紹介します。当時、損害賠償保険の保険金は300億円でした。それも日本の法律に基づき、地震・津波・噴火などを原因とする事故は、保険が免責されるという条件です。その年には、サイト23件で約23億円、つまり1サイトあたり1億円の保険料が支払われていました。これを純保険料の近似値と見れば、放射性物質が外部に放出されるような事態にあたる300億円の損害額を超える事態が、およそ300年に一度の頻度で起こると見積もられていることが分かります。保険会社が、1000万年に一度の確率で計算してくれるなら、1サイトあたり3000円でよいはずなのですが、そうはいきませんでした。

福島第一原発事故後に行われた日本政府の原子力委員会における原発事故リスクのコストの議論においては、日本での1500炉年の運転実績の中で3基が重大事故を起こしたので、事故確率は500炉年に1回という考え方が提示され、議論されました。その場合、かつての日本のよう

に一国で 50 基の原子力発電ユニットが稼働しているとする、10 年に 1 回の割合で大きな事故がその国の中で起きることになります。

このように、原発事故発生リスクについては、より現実的な観点から見直しが求められています。少なくとも確率論的リスク評価の数値をあたかも現実の事故確率であるかのように錯覚して議論の前提とするのは問題だと思われます。

2. 死亡者数の比較

発電用エネルギーとしての原子力発電のリスクを議論する際には、しばしば世界における大気汚染、特に途上国での石炭燃焼由来の大気汚染による死亡者数が比較の対象となります。すなわち、大気汚染による死亡者数がより多く、大気汚染対策のためにも原子力発電は必要というものです (Revkin, 2013)。

一般に、大気汚染による死亡者の計算に関しては、Pope et al. (2002) の PM2.5 (微小粒子状物質) などの大気汚染物質と早期死亡者との関連性に関する研究が引用されます。この研究は、米国での統計データを用いて、PM2.5 などによって主に心血管機能障害と肺がんによる死亡リスクが相対的に高まることを示したものです。この相対的死亡上昇率に一定の人口などをかけて「予想死亡者増加数」を計算します。確かに大気汚染による健康被害は深刻なものの、発病や死に至る過程が大きく異なる大気汚染物質による被害と、放射性物質による被害とを直接比較することには疑問を感じます。

福島第一原発事故では、放射性物資の被曝による直接の死亡者は、現時点では報告されていません。その第一の理由は原発事故や放射線被曝が「安全」だからではなく、十数万人に達する人々が比較的早期に避難したことによります。しかも、ある程度の放射線被曝は生じてしまっており、その長期的な影響についても確定したことは言いがたい状況です。

より深刻なのは、「間接的」とされる原発事故関連死の方です。東北地方の海岸地域のほとんどで、大地震と津波の被災者には市民等や自衛隊・米軍による救援の手がすぐに差し伸べられました。しかし、福島県沿岸は被曝を心配して自衛隊も入ることができず、被災者は長期間にわたり置き去りにされました。困難で長期にわたる避難生活で命を落とした人々、農地や家畜が汚染され生活再建に絶望し自ら命を断った人々など、福島県庁によると原発事故関連死の数は、福島県だけで 2013 年 9 月時点で 1459 人です (福島民報 2013 年 9 月 6 日)。間接といえども、その人たちは、原発事故がなければ死ぬこともなかった人たちです。

2013 年 11 月時点での福島第一原発事故による避難者数は福島県からだけで約 15.9 万人です (復興庁, 2013)。また、福島県以外にも、東北地方や関東地方で高濃度の放射性物質で汚染された地点があり、多くの人々が長期にわたって避難しています。すなわち、非常に多くの人が、放射能によって、故郷、仕事、生活、家庭を奪われました。出産のために故郷を離れた女性も少なくなく、被曝したために出産自体をあきらめた女性もいます。その結果、原発事故が発生して以降、多くの地域で人口、特に出生数が減少しています。例えば、福島県郡山市 (2010 年

時点で人口約 34 万) では、2013 年 1 月の出生数は 2011 年 1 月に比べて 34%減少しました(郡山市, 2013)。

事故の規模によっては数万から数千万の人々が避難を強いられ、コミュニティが崩壊し、それぞれの人生が破壊され、事故が無かったら生まれていたはずの命が奪われる。これらが原発事故で起きることです。そのようなリスクの大きさは甚大なものであり、病気による予想死者増加数などをもとにした大気汚染や他のリスクとの単純な比較は、あえて言えば無意味だと考えます。

3. 原子力発電の発電コスト

気候変動対策として原子力発電が必要という議論の背景には、原子力による発電のコストが相対的に小さいという前提もあります。しかし、そのような前提は多くの疑問符がつきます。

原子力発電の発電コストに関しては、福島第一原発事故前から、日本政府が公表している数値(5.9 円/kWh: 2004 年政府試算)は過小すぎると批判がありました。なぜならば、政府が公表した発電コストは、理想的なモデル・プラントを想定して計算したものであり、かつ研究開発や立地対策などの政策コストが含まれていなかったからです(例えば大島, 2011)。実際には、それらのコストは税金の形で国民が負担していました。

また、日本では米国と同様に、原発事故の責任は原子力事業者(電力会社)に集中される、という名目のもとで、メーカーの製造物責任が免除されています。メーカーが欠陥部品を納品して、それが原因で事故が起こっても、彼らは責任を負わないでよいのです。製造物責任を負わせられれば、メーカーは工事や納品を忌避するか、あるいは、製造コストがいっそう上昇するに違いありません。

福島第一原発事故後、政府も計算をやり直し、政策費用や事故費用(事故収束費用、損害賠償費用、地域再生費用)などの社会的費用を考慮して、一キロワット時当たり、2010 年で原子力は 8.9 円以上(将来的に事故費用が増加したら発電コストも増加するという但し書き付き。実際に、事故費用は当時に比べて増加中)、石炭火力は 9.5 円、LNG 火力は 10.7 円、風力(陸上)は 9.9~17.3 円、太陽光(住宅用)は 33.4~38.3 円に改めました(エネルギー・環境会議, 2011)。しかし、この数値も、原子力発電の場合、十分なバックエンド・コスト、放射性廃棄物保管料、事故炉の廃炉コスト、賠償保険料などを計上しておらず、それらを含めると 100 円/kWh 以上になるという計算もあります(三上, 2013)。また、風力や太陽光は、日本ではまだ割高なものの、世界においては急速にコストが下がっています。最新のデータによると、一キロワット時当たりで、風力(陸上)は OECD 諸国で 5-16 セント、非 OECD 国で 4~16 セント、太陽光(住宅用)は OECD 諸国で 20~46 セント、非 OECD 国で 28~55 セント、欧州で 16~38 セント、太陽光(大規模)は OECD 諸国で 12~38 セント、非 OECD 国で 9~40 セント、欧州で 14~34 セントのレベルになっています(Renewable Energy policy Network for the 21st Century, 2013)。

すなわち、原子力発電の発電コストが一見小さく見えるのは、巨大な外部費用が含まれていないからです。真のコストが反映されていないという意味で、原子力発電は自賠責保険をかけ

ないで自動車を運転するようなものであり、他のエネルギー源との発電コスト面での相対的優位性は大きく崩れつつあります。

4. 日本が回避した最悪シナリオ

日本で実際に起きたことを紹介します。福島第一原発事故では、事故対応の指揮は、福島第1原発内にある通信・電源などの重要設備を集合させた免震重要棟でなされました。この免震重要棟は、福島第1原発の敷地内で唯一免震対策が施され、唯一、地震による破壊から免れました。もし、この建物が破壊され、原子炉制御機能と通信機能が奪われていたら、原子炉は完全に制御不能に陥っていた可能性が高いと言われています。

実は、この免震重要棟は、2007年に新潟地域で起きた地震の経験から建設され、新潟県にある原発では2010年1月、福島第一原発および福島第二原発では2010年7月に運用が開始されたものです（東京電力, 2010）。すなわち、地震があとわずか9月前に発生していたら福島第一原発には免震重要棟は存在せず、原子炉の制御が断念され、多くの東電社員や関係者が現場を放棄・撤退していたと思われます。また、地震が平日の昼ではなく、職員が少ない休日や夜間に発生していても、制御は非常に困難なものになっていました。

2011年3月25日付けの、当時の原子力委員長・近藤駿介氏の資料には、より大規模な水素爆発によって1号機から大量の放射性物質が放出されて作業員が撤退せざるを得なくなれば、2・3号機の原子炉と4号機の燃料プールからさらに大量の放射性物質が放出され、半径250kmまでが避難の対象となるとあります。このことは、首都圏から3000万人の避難が必要になったことを意味しています。この資料の閲覧は事故当時、政府内のごく一部のみに限られ、2011年秋に明らかにされました。

すなわち、地震の発生が数時間、あるいは数ヶ月ずれていたら、メルトダウンした炉心や燃料棒の冷却が完全に不可能になり、首都東京の人口を含む数千万人が避難していた可能性があります。そのような日本の東半分が実質的に「壊れる」ようなケースを避けることができたという意味では、福島第一原発事故は「不幸中の幸い」でした。

さらに、テロに対する懸念も深刻です。福島第一原発事故は、通常兵器を用いて停電事故を起こして冷却装置を破壊さえすれば原子力発電所を容易にメルトダウンさせることが可能であることを内外に示しました。そして今、日本で爆破テロの対象となり得る送電塔は数百本あります。このうちの数本だけでも爆破されれば、日本に悪夢が再び訪れることになります。

5. 石炭火力発電とセットでの導入

原子力発電が導入されれば、石炭火力発電が少なくなるというもの、政治的に非常にナイーブな考えです。現実として、日本においては原子力発電所と石炭火力発電所は常に同時に建設・導入されてきました。すなわち、原子力発電と石炭火力発電は常にセットの技術であり、原子力発電の稼働率が下がった場合に、石炭火力発電がバックアップとして使われました。その結

果、これまで日本は、1970 年以降、原子力発電を推進しながら一貫して石炭火力発電所を増設し CO₂ 排出を増やしてきました。

そうってしまった最大の理由は、原子力発電を推進する利益集団も、石炭火力発電を推進しようとする利益集団も、経済官庁、電力会社、大手重機メーカー、エネルギー多消費産業という全く同じ組織や企業だからです。互惠関係にある彼らは、大規模集中型の発電システムを構築して、固定資産や売電量を最大化する経済的インセンティブを持ちます。そのため、省エネや再生可能エネルギー導入に対しては消極的です。日本では、原子力発電と気候変動対策が意図的にトレード・オフの関係にあると設定され、気候変動問題を「利用」して原子力発電が推進されてきました。結果的に、多くの日本人が、そのような陥穽にはまってしまいました。

したがって、石炭火力発電を減らすためにも、脱原発によって産業構造や利益構造を変えることが本質的に必要というのが日本での結論です。そしてこれらの現象や状況は日本特有ではなく、同じような産業構造や経済発展段階にある国であれば、どこでも起こりうることだと考えます。

6. 新型原子炉の役割

博士らは、より安全な新型原子炉であればよいというご意見かもしれません。しかし、安全性が高いとされる「受動的安全（パッシブ・セーフティ）システム」を搭載した第 3 世代の原子炉は、2013 年 1 月時点で世界において建設中の 76 基（日本原子力産業協会, 2013）の原子炉のうち 2 割以下で、残りの大部分は未だ第 2 世代の設計です（Garthwaite, 2011）。したがって、稼働中の原発の大部分は 30～40 年前に確立した基礎技術をもとに建設されています。一方、より安全だとされる第 4 世代の原子炉の商業化はまだまだ先です。

また、安全な新しい原発を奨励するのであれば、既存のより危険な原発の廃絶も求めなければ論理矛盾ではないでしょうか。同時に、日本などが進めている途上国への旧式な原発の輸出の禁止も唱えるべきかと思われます。

さらに、新しい原発に対して、メーカーが製造物責任を免れ、原子力事業者の賠償責任が制限され、民間保険会社が保険を引き受けないという現状が続く場合には、「安全な新しい原発」という論理的前提が崩れます。すなわち、安全な原発を奨励するのであれば、これらの面での制度の改正をも主張すべきだと考えます。

そして、安全な原発でも核廃棄物が発生します。その管理を次世代に負担させることは、気候変動対策の負担を先送りするのと同じように倫理的に問題があると思われます。

いずれにしろ、より安全な原子力発電の導入には非常に長いタイムスパンが必要です。したがって、産業革命以降の世界平均気温上昇を 2 度以内に抑制するという目標（2 度目標）の達成などで求められている喫緊の気候変動ガス排出削減方法として想定する方が非現実的になっています。

7. 原子力発電なしでの2度目標達成可能性

原子力発電に依存しないで野心的な気候変動対策数値目標が達成できるかどうかについては、これまでいくつかの研究があります。Edenhofer et al. (2010) は、5つの異なるエネルギー・経済モデル研究による低炭素シナリオを比較して、2000年に原子力発電に対する投資が停止した場合の追加的コストは、2100年におけるGDPの0.7%であることを明らかにしました。また、最近になって福島第一原発事故以降の脱原発の動きを考慮した研究も出ています。たとえば、Bauer et al. (2012) は、いわゆる2度目標達成に必要な温室効果ガス排出削減を実施しても、追加的コストは2020年でGDPの0.1%以下、2050年で0.2%以下としています。Duscha et al. (2013) は、脱原子力発電によって2020年に世界全体で温室効果ガスの排出量は2%上昇するものの、先進国ではGDPの0.1%の追加的コストで2度目標達成が可能だとしています。そして、同じDuscha et al. (2013) は、既存研究をレビューした結果、ほとんどの研究が、原子力発電がなくても、野心的な気候変動ガス排出削減は世界全体のGDPの1%以下の追加的コストで可能だとしていることを明らかにしています。しかも、上記の研究は、いずれも気候変動対策による被害減少のベネフィットを考慮していません。これを考慮すれば、気候変動対策はより経済合理的になります。

これらの計算は、エネルギー・経済モデル計算によるものに過ぎないという批判はあるかもしれません。しかし、たとえば再生可能エネルギーの導入コストが多くの予想を裏切るようなスピードで低下していることは事実です。そして、固定価格買い取りなどの制度が伴えば再生可能エネルギーの普及が加速することは多くの国で実証済みです。

気候変動対策もエネルギー・ミックスの選択も、結局は経済的なコスト、タイミング、そして国民の支払い意思が最大の争点です。これまで述べてきたように、既得権益という障害を排除することができれば、原子力発電や化石燃料に依存せずに2度目標を達成することは技術的にも経済的にも可能です。また、再生可能エネや省エネの導入は、気候変動防止という意義だけではなく、エネルギー安全保障や新規産業・新規雇用の創出などの面でもより好ましい選択肢です。もちろん、原子力発電に依存しない場合、プルトニウムの拡散や兵器転用のリスクを減少させ、放射性廃棄物の管理コストを下げ、次世代への責任転嫁を減らすというベネフィットもあります。

8. 結論：“ロシアン・ルーレット”に頼らない政策を

気候変動問題が深刻な一方で、国際社会全体が、その緊急性に対応していないことに対しては、私たちも忸怩たる思いがあります。しかし、原子力発電は、一見、気候変動対策として重要なものに見えるものの、より細かく分析すると、気候変動対策としてもエネルギー源としても、経済合理性と倫理性の両方の問題があるエネルギーです。

実際には、原子力発電を推進することは、気候変動対策推進という意味で、すでに述べた石炭火力発電依存の加速以外にも様々な逆効果を持ちえます。冒頭でも述べたように、日本における気候変動懐疑論者は、長く反原発運動に関わっていた人が少なくありません。それは、彼

らが、日本政府の「気候変動対策に原子力発電は必要」というレトリックに反発し、気候変動対策を敵視しているからです。

福島第一原発事故は発生させてしまった日本は、様々なガバナンス能力に欠ける特殊な国なのかもしれません。しかし、世界有数の経済的に豊かな国であり、比較的民主的な政治制度を持ち、40年以上の稼働実績を持つ原子力発電に対しては「世界最高水準の安全性」を自負していたのも日本です。一方、現在、原子力発電所を建設しようとしている国の多くは、経済的に豊かではなく、非民主的な国が少なくありません。そのような国で原子力発電所を新たに建設するコストやリスクを考えた場合、国際社会が原子力発電を気候変動対策として位置づけて推進を認めることは疑問を乗り越えて恐怖すら感じます。国際社会が日本の経験を踏まえ、原子力発電という“ロシアン・ルーレット”に頼らない気候変動対策やエネルギー・ミックスを検討することを切に望みます。

参考文献

- Bauer, N., Brecha, R. J., & Luderer, G., 2012. “Economics of nuclear power and climate change mitigation policies”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 16805–16810. doi:10.1073.pnas.1201264109.
- Caldeira, K., Emanuel, K., Hansen, J., Wigley, T., 2013. “To those influencing environmental policy but opposed to nuclear power”.
<https://plus.google.com/104173268819779064135/posts/Vs6Csiv1xYr>
- Duscha V., Schumacher K., Schleich J. & Buisson P., 2013. “Costs of meeting international climate targets without nuclear power”, *Climate Policy*, DOI:10.1080/14693062.2014.852018
- エネルギー・環境会議コスト等検証委員会, 2011. 『コスト等検証委員会報告書』 2011年12月19日. (日本語)
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/8th/8-3.pdf>
- Edenhofer, O., Knopf, B., Barker, T., Baumstark, L., Bellevrat, E., Chateau, B., van Vuuren, D. P., 2010. “The economics of low stabilization: Model comparison of mitigation strategies and costs”, *The Energy Journal*, 31(Special Issue 1), 11–48.
- Garthwaite, J., 2011 「最新原発なら福島事故は無い？」, *National Geographic News*, March 25, 2011. (日本語)
<http://www.nationalgeographic.co.jp/news/>
- 復興庁, 2013. 「東日本大震災からの復興の状況に関する報告」. (日本語)
http://www.reconstruction.go.jp/topics/20121122_kokkaihoukoku-gaiyoh.pdf
- 郡山市, 2013. 郡山市ホームページ「郡山市の現住人口平成25年2月1日」. (日本語)
http://www.city.koriyama.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=11987
- 三上元, 2012. 『原子力発電はどう計算しても高い』. (日本語)
<http://pikagen.hamazo.tv/e4452920.html>
- 日本原子力産業協会, 2013. 「世界の原子力発電開発の動向」 政策・コミュニケーション部, 2013年7月.
http://www.jaif.or.jp/ja/joho/press-kit_world_npp.pdf
- Nordhaus, William D., 1997. “The Swedish nuclear dilemma : energy and the environment” Washington, D.C. : Resources for the Future, 1997. (邦訳：ウィリアム・D. ノードハウス 『原子力と環境の経済学—スウェーデンのジレンマ』 電力新報社, 1998年) .
- 大島堅一, 2011. 『原子力発電のコスト』, 岩波書店. (日本語)

Pope III C. Arden; Richard T. Burnett; Michael J. Thun; Eugenia E. Calle; Daniel Krewski; Kazuhiko Ito; George D. Thurston, 2012. “Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution”, *JAMA*, March 6, 2012—Vol 287, No. 9.

Renewable Energy policy Network for the 21st Century, 2013. “Renewables 2013: Global Status Report”.
http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf

Revin, Andrew, 2013. “To Those Influencing Environmental Policy But Opposed to Nuclear Power”,
November 3, 2013, *New York Times*.
http://dotearth.blogs.nytimes.com/2013/11/03/to-those-influencing-environmental-policy-but-opposed-to-nuclear-power/?_r=0

東京電力, 2010. 東京電力『原子力発電所の安全対策』. (日本語)