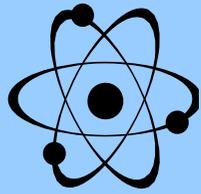


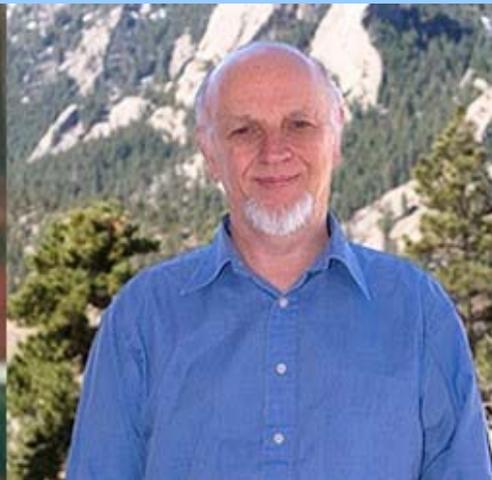
# 原子力エネルギーの責務

環境のために、たとえ困難でも

アンドリュー・C・カダック博士  
米国原子力学会元会長



# 気候科学者



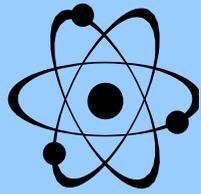
ジェームズ・ハンセン  
コロンビア大学  
地球研究所  
気候科学者

トム・ウィグレー  
アデレード大学  
国立大気研究センター  
気候科学者

ケリー・エマニュエル  
マサチューセッツ工  
科大教授  
大気科学者

ケン・カルディエラ  
カーネギー研究所  
グローバルエコロジ  
一部  
主任研究員





# 提言

提言先:

環境政策に影響力をもち、原子力に反対している人々

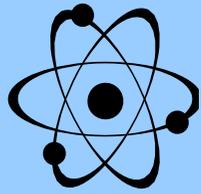
趣旨:

「より安全な原子力システムの開発と展開を支持するよう  
要請する」

警告:

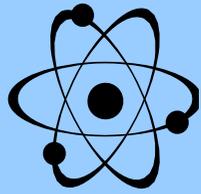
「原子力に反対し続けると、人類は危険な気候変動を回避できなくなるかもしれない」





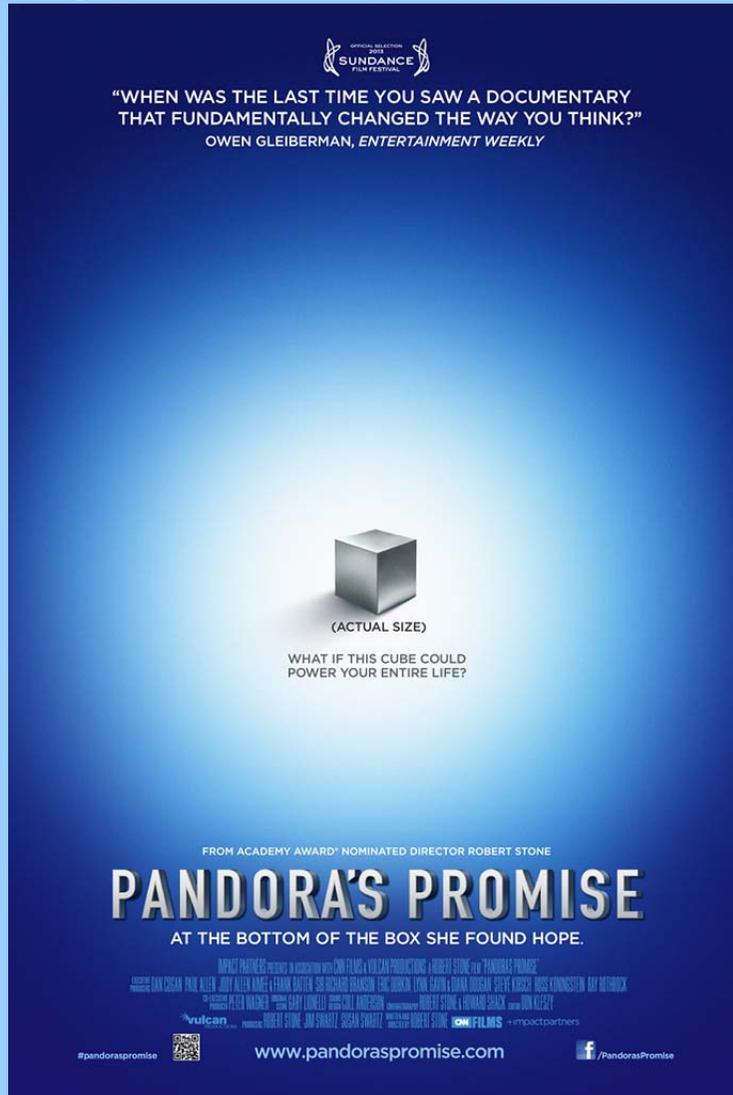
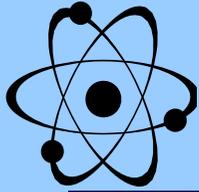
## 要点

- 再生可能エネルギー、太陽光、バイオマスは、一定の役割を果たすが、信頼性の高い電力を経済的に供給するのに十分な速度で拡大できない
- 今日の原子力は不完全ではあるが、リスクを低減し、廃棄物に対処するとともに、経済性を高めることが可能な最新の原子力技術もある
- 原子力は、社会的便益に基づき促進する必要がある

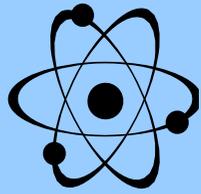


- 原子力の大きな役割を利用せずに、気候が安定化する確かな道筋はない
- 定量分析によると、原子力発電所のリスクは、化石燃料よりも何桁も小さいことが分かっている
- 21世紀の原子力に対して、新たなアプローチを取る時期が到来している

<https://plus.google.com/104173268819779064135/posts/Vs6Csiv1xYr>

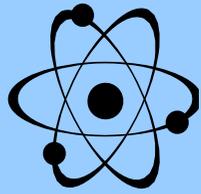


- 原子力に関するドキュメンタリー映画
- ロバート・ストーン監督作品  
「わたしは生まれてからずっと熱心な環境保護論者である」
- 原子力に対するわれわれの考え方が間違っていたとすれば、どうなるのか？
- 現在では原子力を支持するようになった環境保護論者の考え方について論じている



## なぜ、今なのか？

- 熱心な環境保護論者は、地球規模の気候変動を懸念しており、これを好転させるには、原子力などのあらゆる資源が必要だと認識している
- 彼らは事実関係を調査し、気候変動との闘いに勝利できるとすれば、それには原子力が必要だと結論づけている



# 科学者と技術者からの書簡



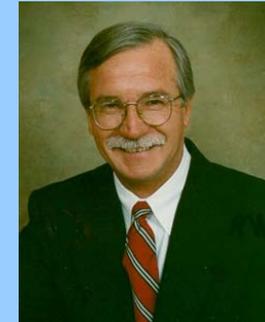
リチャード・ウィルソン  
ハーバード大学  
物理学部  
元学部長



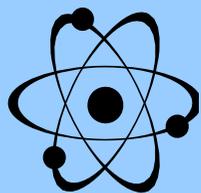
ニール・トドレアス  
MIT原子力科学工  
学部  
元学部長



リチャード・メザーブ  
米国原子力規制委  
員会  
元委員長



アンドリュー・カダック  
米国原子力学会  
元会長

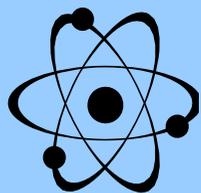


## 趣旨

- 環境団体に対する気候科学者の呼びかけを支持する
- 環境科学者は原子力の専門家ではない
- 環境科学者の意見と典型的な懸念事項について、より技術的な根拠を提供する

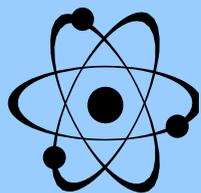
<http://www.slideshare.net/Revkin/dot-nuclear-1-2214-lettersigned-by-4-nuclear-scientists-and-engineers>





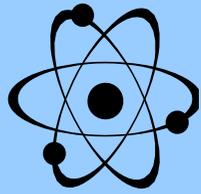
# 要点

- 安全性
- コスト
- 廃棄物管理
- 核拡散リスク
- ライフサイクル排出分析
- 事故とその影響
- 将来
- 課題



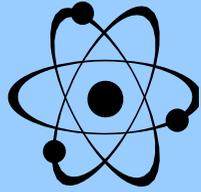
# 安全性

- 世界中で432基の原子炉が、CO2の排出なしに32ヶ国へ電力を供給している
- 商用炉の運転実績は、累計で1万4500年を上回っている
- 3件の大規模事故
  - ー スリーマイル島：運転上のミス(1979年)
  - ー チェルノブイリ：設計・運転上のミス(1986年)
  - ー 福島：津波が誘発した事故(2011年)



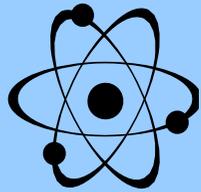
# 事故による健康への影響

- スリーマイル島：避難住民のストレス
- チェルノブイリ：死亡した労働者28人＋被災住民の癌死亡率が3～4%増加（世界保健機関）
- 福島：世界保健機関の報告書（2013年）
  - －被災地以外：観測可能な癌の増加なし
  - －最も被害が深刻だった地域：幼児が被ばくした場合、癌の生涯発症リスクが約4～7%増加、および甲状腺癌の生涯リスクが通常の0.70%に0.50%追加



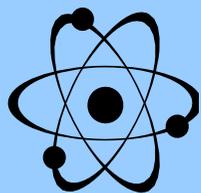
# 米国の運転実績

- 原子力発電所の稼働率90%（ほぼ最大）
- 1979年以降、重大事故なし（34年間）
- 経験から学んだ教訓を継続的に反映している
  - －スリーマイル島
  - －2011年9月11日の米国同時多発テロ
  - －福島事故
- プラントの多くを改良・高度化
  - －予備電源と冷却水の確保



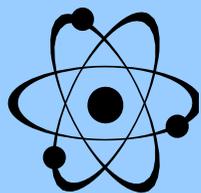
# 規制制度

- 原子力規制委員会は、1プラントあたり検査官を2名常駐させている
- 毎日のパフォーマンスを監視
- 国民に対して開かれた透明性あるプロセス
- 情報の更新に合わせて、絶えず規制要件をアップグレード



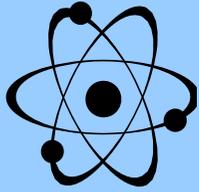
## コスト

- 原子力は長期投資である
  - －40～60年
- 化石燃料プラントよりも建設費は高くつくが、運転費は安上がり(燃料費が安価)
  - －現在の発電コストは、1キロワット時あたり2.4セント(米国)
- 電気料金が予測可能で安定している
- 新規プラントは高価(最大70億ドル)
  - －発電コストは、1キロワット時あたり8.4セントと予想

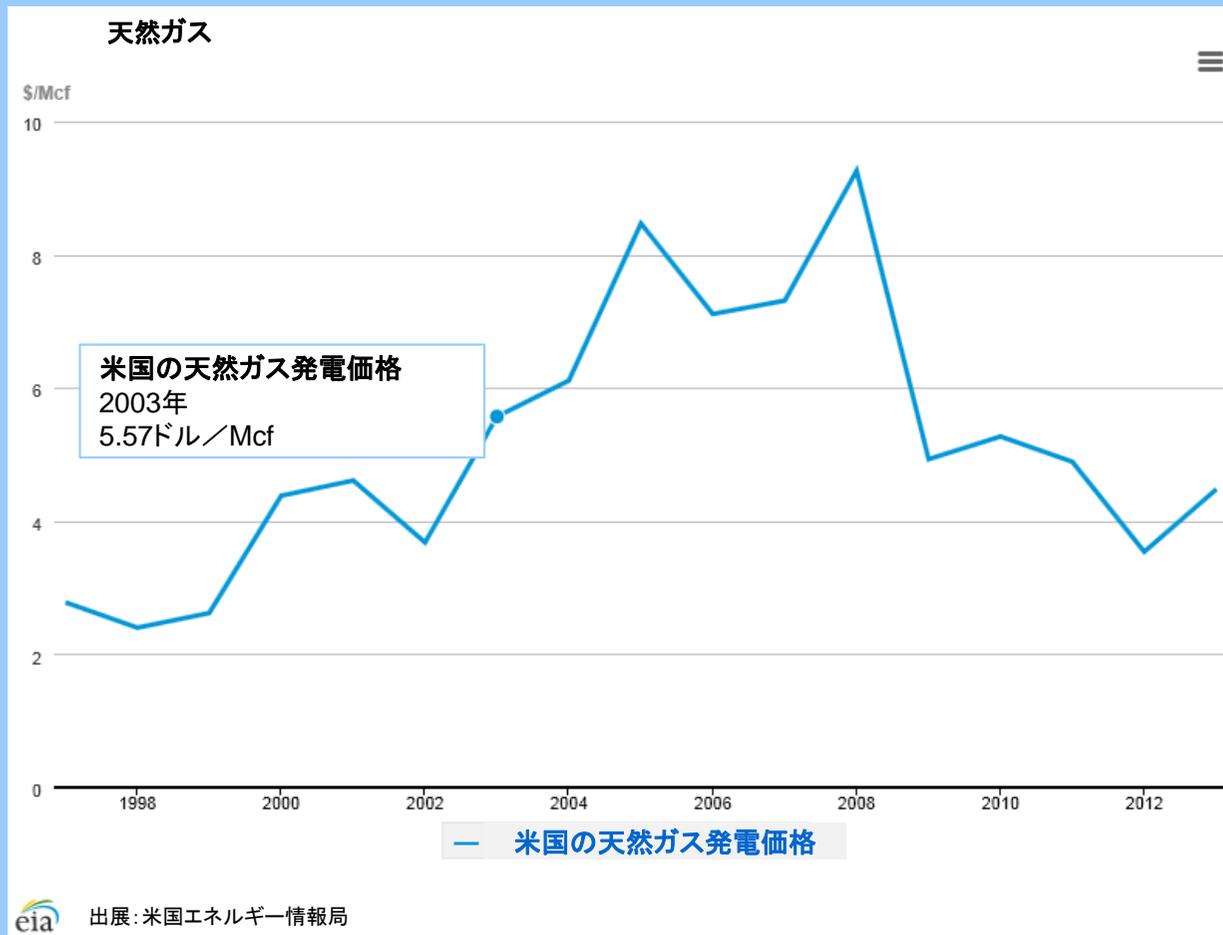


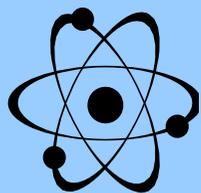
# 天然ガス

- 原子力産業にとっての問題点
  - 古い一部のプラントや新しいプラントでは、米国の安価なガス価格と競争できない
  - 新規の原子力発電所の収支が合うには、ガス価格は最大でも9.5ドル/MMBtu(現在の米国価格の約2倍)
  - 世界の天然ガス価格は、米国の天然ガス価格の約3倍



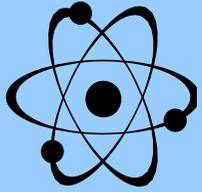
# 価格変動率





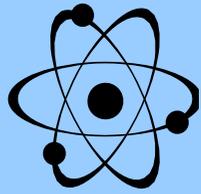
# 太陽光と風力

- 膨大な補助金を受けており、新規の原子力発電所よりもさらに高価
- 発電能力に信頼性がない
  - ー 太陽と風が頼り
  - ー バックアップ電源が必要
  - ー 相当多くの土地が必要
- 将来のニーズを満たせるほど拡張性がない
  - ー おそらく、必要量の10～15%程度に限られる



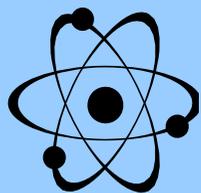
# 廃棄物管理

- 現在のところ発電所サイトと低レベル廃棄物処分施設で安全に管理されている(米国)
- スウェーデンとフィンランドは、処分場計画を含んだ統合的な貯蔵・処分ソリューションの先陣を切っている
- フランスは、再処理と廃棄物のガラス固化を先導している。



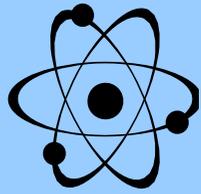
# 高レベル放射性廃棄物の 処分に関する米国の状況

- ユッカマウンテン・プロジェクトには、残念ながら「財源がなかった」
- 現在は、中間貯蔵所と新たな処分場、そして新たな引き継ぎ組織を模索する「出直し」状態にある
- その一方で、米国の裁判所は、NRCにユッカマウンテンのレビューを仕上げるように命じている
- 廃棄物処分では、政治的な解決を実現するために政府のリーダーシップが必要である

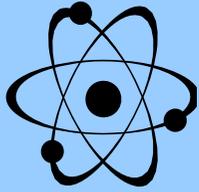


# 核拡散リスク

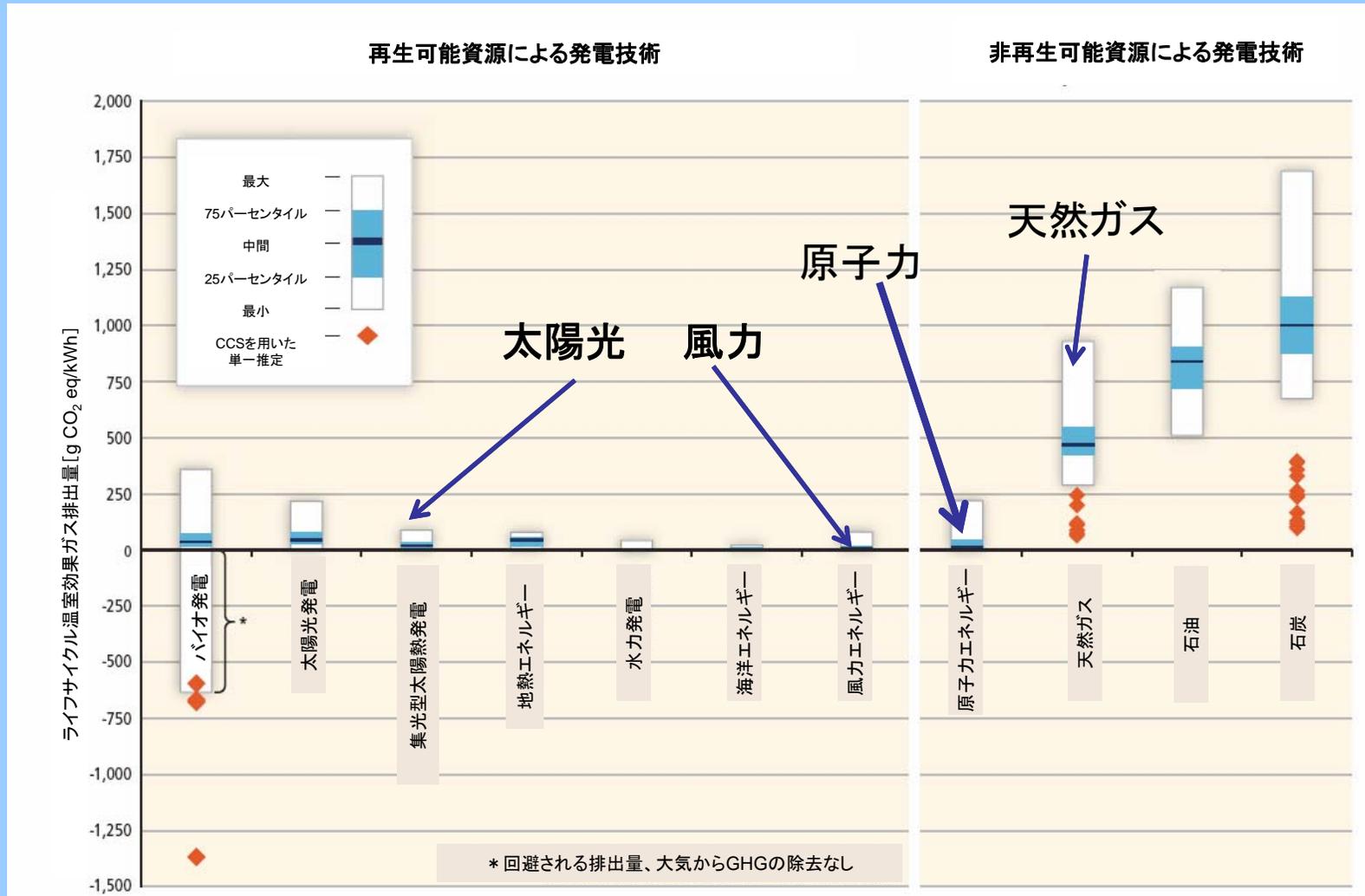
- 濃縮・再処理施設は、核兵器物質の製造に転用されるリスクがある
  - －国際原子力機関(IAEA)の保障措置プログラムは、査察と条約によって転用防止を促す
  - －新たな再処理技術と炉型により、リスクを低減できる
  - －核兵器用のプルトニウム生産のために、商業炉を改造することは容易でない

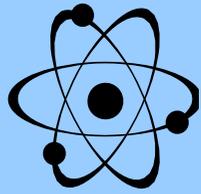


- 商用原子力計画は、初期的な兵器転用計画の隠蔽に使われる恐れがあるが、
  - 大半の国の兵器開発計画は、独自に、しかも商用原子炉の導入よりも先行して行われている
  - 北朝鮮のようなならず者国家は、商用原子力計画なしでも核兵器を開発し得る
- 結論
  - 核拡散リスクは、商用原子力発電所の導入・拡大に反対する、説得力のある根拠にはならない



# ライフサイクル排出分析



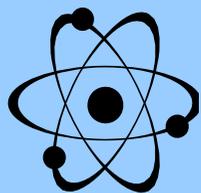


# 将来の原子力技術

- 小型モジュール式原子炉
  - －mPower: 米国
  - －SMART: 韓国
  - －NuScale: 米国
- 高温ガス炉
  - －日本: HTTR
  - －中国: HTR-PM
- その他－溶融塩(冷却・燃料供給)、鉛／ビスマス、PRISMナトリウム冷却炉、進行波炉 等
- 大型新規軽水炉
  - －AP1000、ESBWR、EPR、三菱APWR、ABWR

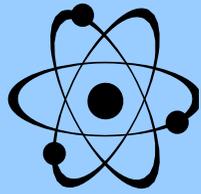


中国の  
ペブルベッド炉建設現場



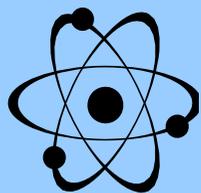
# 課題

- 次のことを信じている人々がいる
  - 原子力発電所の建設は、高きつき過ぎる
    - ・ 風力・太陽光より、まだ安上がり
  - 太陽光、風力、省エネで充分
    - ・ たとえ原子力がクリーンであっても必要ない
  - 廃棄物処分は乗り越えられない問題である
    - ・ 解決策が見つかるまで、これ以上建設するな
    - ・ 政治が解決を妨げているにもかかわらず
  - 原子力にはリスクが多すぎる
    - ・ ほかの技術や人間の営みに比べると、全体的なリスクは低いにもかかわらず



## 結論

- 電気にアクセスできない10億人もの人たちに、何と云えばいいのか？
- 原子力は、将来拡大する需要を満たすことができ、環境的には再生可能エネルギー源に匹敵する
- 我々は、環境・政策指導者たちに、このメッセージを届けようとする気候学者たちの努力を支持する



ご清聴ありがとうございました。

アンドリュー・C・カダック博士  
253 Rumstick Road  
Barrington, RI 02806  
USA

Eメール: [kadak@earthlink.net](mailto:kadak@earthlink.net)

電話番号: 401 465 4235

