



Air quality implications of ammonia co-firing

アンモニア混焼による大気質への影響

Dr Jamie Kelly
Daniel Nesan

Health Impact Assessments (HIA) team
jamie@energyandcleanair.org
30th September 2025

Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA)

エネルギー・クリーンエア研究センター (CREA)

- Research NGO
研究を行うNGO
- Energy and air pollution
エネルギーと大気質
- Remote
世界中から専門知識のあるメンバーがリモートで業務に従事
- Over 25 staff based
primarily in Asia and Europe
25名以上がアジアと欧州で活動

Health Impact Assessment (HIA) team



Jamie
Kelly,
Portugal



Kaiyu
Chen,
USA



Daniel
Nesan,
Malaysia



Vera
Tattari,
Finland

Air pollution 大氣污染

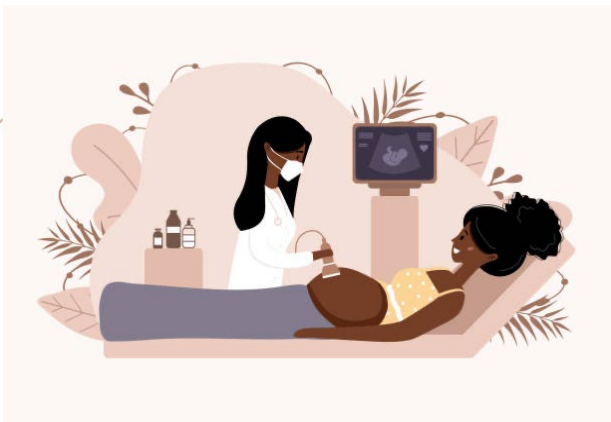
Established impacts of air pollution on human health

大気汚染が人間の健康に及ぼす確立された影響



Global scale public health impacts

世界レベルでの健康への影響



- Over 90 % exposed to pollutant levels that exceed WHO guidelines
90%以上がWHOのガイドラインを超えるレベルの汚染物質に曝露している
- 1.8 trillion work absences (i.e. work days lost)
労働の損失（例：1.8兆日分相当の損失など）
- 8 million deaths
800万人が死亡
- 2 million new cases of childhood asthma
小児喘息の新規症例200万件
- “Air pollution is denying billions of their rights”, UN (2022)
「大気汚染は数十億人の権利を侵害している」国連（2022年）

Economic cost to society

大気汚染が社会に与える経済的影響

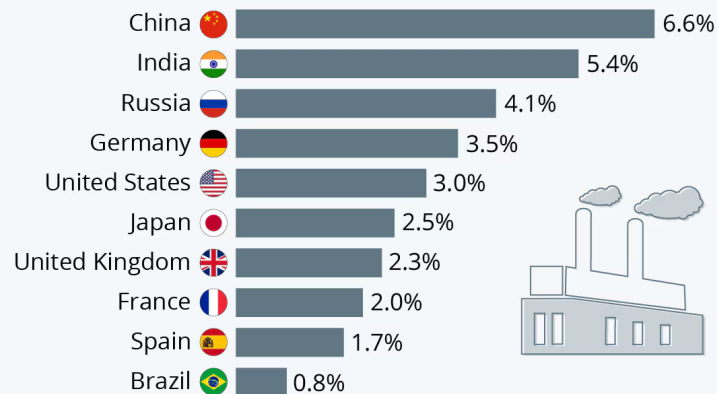
USD 8 trillion in health damages

8兆米ドルの健康被害

- Medication 医薬品
- Health care 医療
- Premature death 早期死亡
- Loss of income 所得の喪失

The Economic Burden Of Air Pollution

Economic costs of air pollution from fossil fuels as a share of GDP in 2018



Sources: Greenpeace, Center for Research on Energy and Clean Air



statista

Impacts in Japan 日本における影響

Fine particles (PM_{2.5}) lead to 43,000 deaths each year in Japan, through the following illnesses...

微小粒子状物質 (PM2.5) は以下の疾患と関連して、日本で毎年43,000人の死亡を引き起こしている

Stroke 脳卒中	Diabetes 糖尿病	Ischemic heart disease 虚血性心疾患	Chronic Obstructive Pulmonary Disease 慢性閉塞性肺疾患	Lung Cancer 肺がん	Lower respiratory infection 下部気道感染症	Neonatal 新生児
						
6 %	12 %	7 %	16 %	9 %	6 %	3 %

Authors of research - Health Effects Institute (HEI), Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), and the University of British Columbia (UBC)

研究の著者：健康影響研究所（HEI）、健康指標評価研究所（IHME）、ブリティッシュコロンビア大学（UBC）



Institute for
Health Metrics
and Evaluation



Image source: Lelieveld et al. (2015). Additional sources: Burnet et al. (2018), Cohen et al. (2017), Lelieveld et al. (2020)

Emission sources of air pollution

大気汚染物質の排出源



Power 火力発電所
(coal, oil, gas)



Industry 産業
(e.g. steel) 鉄鋼など



Transport 輸送（運輸部門）
(road, aviation, shipping)



Mining 炭鉱



Wildfire 森林火災



Agriculture 農業

Impacts of agricultural ammonia emissions

農業によるアンモニア排出の影響



- 70 % of ammonia (NH_3) is used to make fertiliser ([IEA, 2021](#))
アンモニアの70%は肥料製造に使用される
- Evaporates into the atmosphere, chemically forms fine particles ($\text{PM}_{2.5}$)
大気中に蒸発し、化学反応によりPM2.5を形成
- Agricultural ammonia (NH_3) emissions lead to 343,000 $\text{PM}_{2.5}$ deaths across East Asia each year ([Pozzer et al., 2017](#))
農業由来のアンモニア排出は、東アジア地域で年間343,000件のPM2.5関連死を引き起こしている

Ammonia is already harming public health

アンモニアはすでに公衆衛生に悪影響をおよぼしている

Ammonia co-firing アンモニア混焼

A new use of ammonia

アンモニアの利用に関する報道・情報発信

Bloomberg

Green

Japan's Top Utility Pilots Ammonia Use to Reduce Coal Emissions

- Co-firing = Replacing some of the coal used for combustion with ammonia
混焼＝燃焼用石炭を部分的にアンモニアで代用すること
- By retrofitting power plants to burn ammonia, the fuel can be combusted alongside coal to generate power.
発電所の設備を改造し、石炭とアンモニアを燃焼して発電できるようにする
- The “co-firing ratio” refers to the energy content split, for example, a 20% co-firing ratio means ammonia replaces 20% of coal by energy content
- 「混焼率」とはエネルギー含有量の割合を指す（例えば混焼率20%とは、エネルギー含有量ベースで石炭の20%をアンモニアに置き換えること）

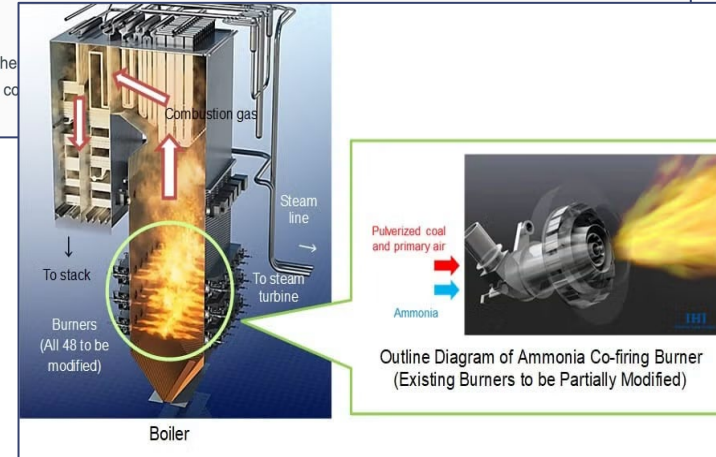
Jera

TOP / News / Notice / 2024 / Conclusion of Fuel Ammonia Substitution Demonstration Testing at Hekinan Thermal Power Station

Conclusion of Fuel Ammonia Substitution Demonstration Testing at Hekinan Thermal Power Station

2024/06/26

JERA Co., Inc. ("JERA") held demonstration testing of fuel ammonia substitution at Hekinan Thermal Power Station Unit 4 has completed.



Governmental plans

Japan

- The Japanese government [aims to increase ammonia co-firing](#) in coal-fired power plants to 20% by 2030, moving toward 50% by the early 2030s, then transitioning to 100% ammonia combustion with CCS by 2050.
- **Industry:** JERA Hekinan demo, ExxonMobil supply (2028).
- **Import Targets:**
 - 3 million tonnes/year by 2030
 - 30 million tonnes/year by 2050

South Korea

- South Korea's Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) plans to have 20% ammonia co-firing in over half of the country's coal-fired power units by 2030, supported through a [Hydrogen & Ammonia Power Generation Demonstration Group](#).
- **Industry:** KOSPO Samcheok plant (750 GWh/yr, 2028); Samsung C&T terminal (2027).
- **Ammonia Subsidies:**
 - CHPS provides premium tariffs and subsidies for co-firing projects to offset high costs.
 - These subsidies shift the financial burden onto electricity consumers and taxpayers.

Japan's Ammonia Strategy

Excessive costs signal need for alternatives in the power sector



June 2025

ARE
AS A RESEARCH
& ENGAGEMENT

Governmental plans 政府の計画

Japan 日本

- 日本政府は、石炭火力発電所でのアンモニア混焼を2030年までに20%、2030年代前半に50%に移行、2050年までに100%（専焼）とすることを目指している。
- **産業分野**：JERA碧南火力発電所での実証実験、エクソンモービルは2028年以降、JERAにアンモニアを供給する計画
- **輸入目標（需要想定）**：
 - 2030年までに年間300万トン
 - 2050年までに年間3000万トン

South Korea 韓国

- 韓国産業通商資源部（MOTIE）は、水素・アンモニア発電実証グループの支援のもと、2030年までに国内の半数以上の石炭火力発電所でアンモニア20%混焼を実現する計画
- **産業分野**：韓国電力公社（KOSPO）三陟（サムチョク）発電所（750 GWh/yr, 2028年稼働予定）、Samsung C&T ターミナル（2027年稼働予定）
- **アンモニアに対する補助金制度**：
 - 高コストをカバーするためクリーン水素発電義務化制度(CHPS)で補助金を支給。
 - これらの補助金は、財政負担を電力消費者と納税者に転嫁することになる



Incentives

Keeps coal infrastructure & jobs

- Ammonia co-firing allows [existing coal plants to keep running](#) while appearing “greener.”
- Utilities and heavy industry prefer this over rapid coal phase-out.

Provides a narrative of action toward net-zero

- Japan’s METI roadmap frames ammonia as a [bridge fuel](#) to 2050 net-zero.
- South Korea’s MOTIE includes ammonia under its [Clean Hydrogen Portfolio Standard](#) (CHPS).

Secures energy import options beyond LNG & oil

- Ammonia can be [shipped and stored like LNG](#), fitting into Japan and Korea’s import-dependent energy systems.
- Seen as a way to diversify away from fossil fuel import reliance.



Aligns with industrial strategies to export technology

- Companies like JERA, IHI, Mitsubishi (Japan) and KEPCO, Samsung C&T (Korea) are investing in ammonia trade chains.
- Positioning themselves as regional tech exporters for ammonia/hydrogen.

Incentives

石炭インフラと雇用を維持する

- アンモニアを混焼することで既存の石炭火力発電所を使い続けながら「グリーンな（環境にやさしい）」印象をアピールする
- 電力会社や重工業企業は、急速な石炭の段階的廃止よりも既存施設を維持することを望んでいる

ネットゼロに向けた行動を促す

- 経産省（METI）はロードマップにおいてアンモニアを2050年ネットゼロへのつなぎ燃料と位置付けている
- 韓国の産業通商資源部（MOTIE）は、アンモニアを Clean Hydrogen Portfolio Standard（クリーン水素発電義務化制度(CHPS)）に含めている

石油とLNG以外の輸入エネルギー選択肢を確保する

- アンモニアは LNG同様に輸送や貯蔵が可能 なので、日本や韓国の輸入依存型エネルギーシステムに適合している
- 化石燃料の輸入依存から脱却する策のひとつと考えられている

インセンティブ



技術輸出を目指す産業界の戦略に一致

- 日本のJERA、IHI、三菱、あるいは韓国のKEPCO、Samsung C&Tといった企業が、アンモニア貿易に投資している
- 日韓ともにアンモニア/水素のアジアの技術輸出国としての位置を確立している

Air quality impacts 大気質への影響

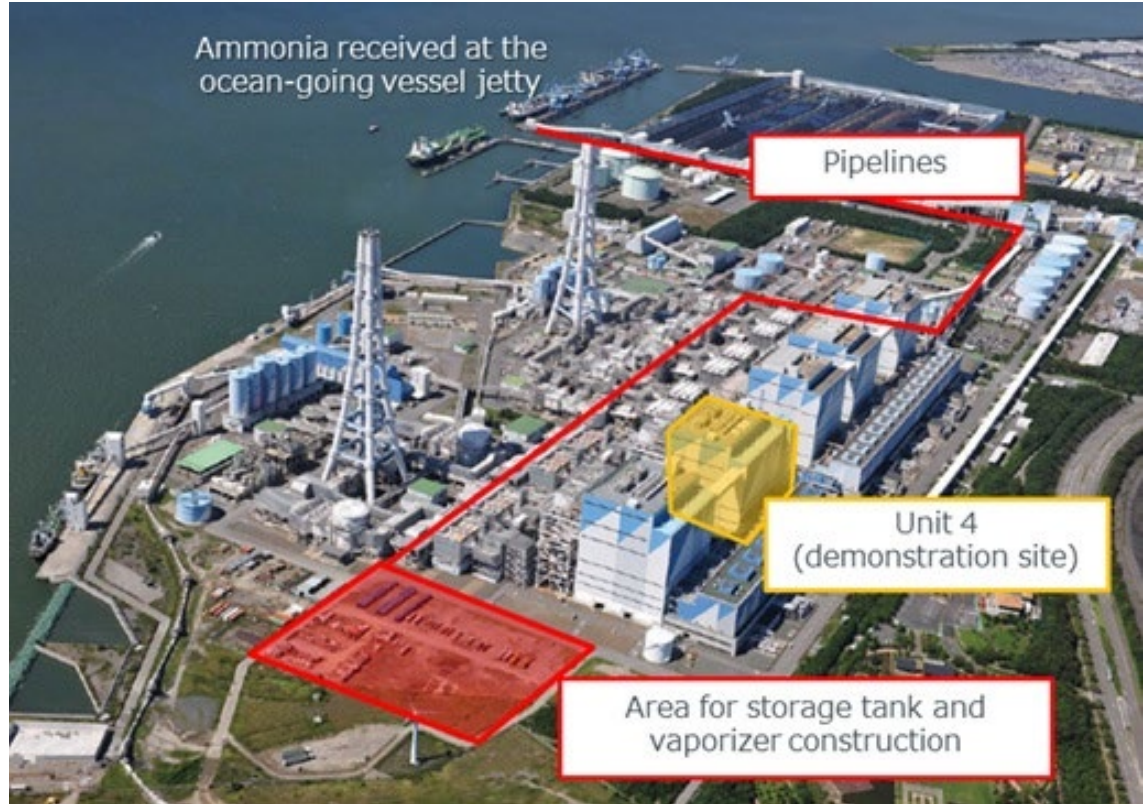
Pollutant emission change at Henkinen (Japan)

Air quality implications of coal-ammonia co-firing

Lauri Myllyvirta, lead analyst
Jamie Kelly, air quality analyst
| 05/2023

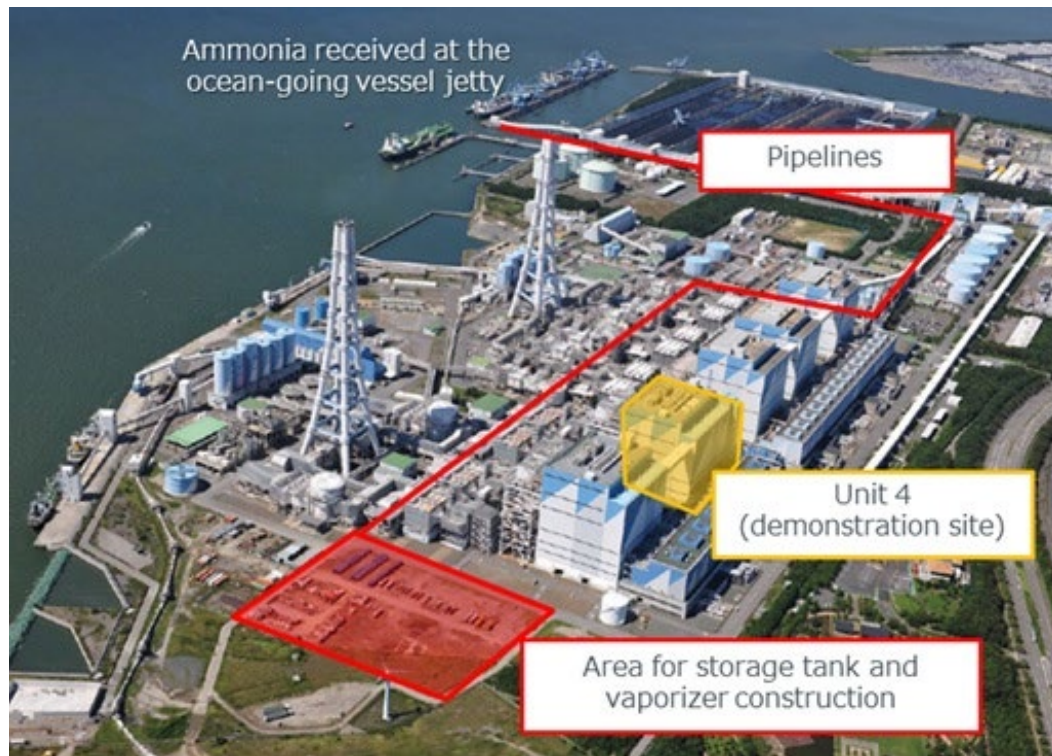
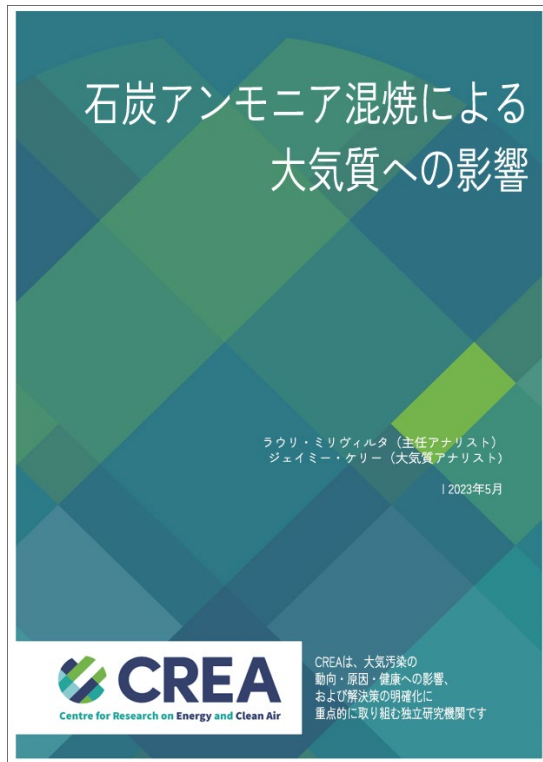


CREA is an independent research organisation focused on revealing the trends, causes, and health impacts, as well as the solutions to air pollution.



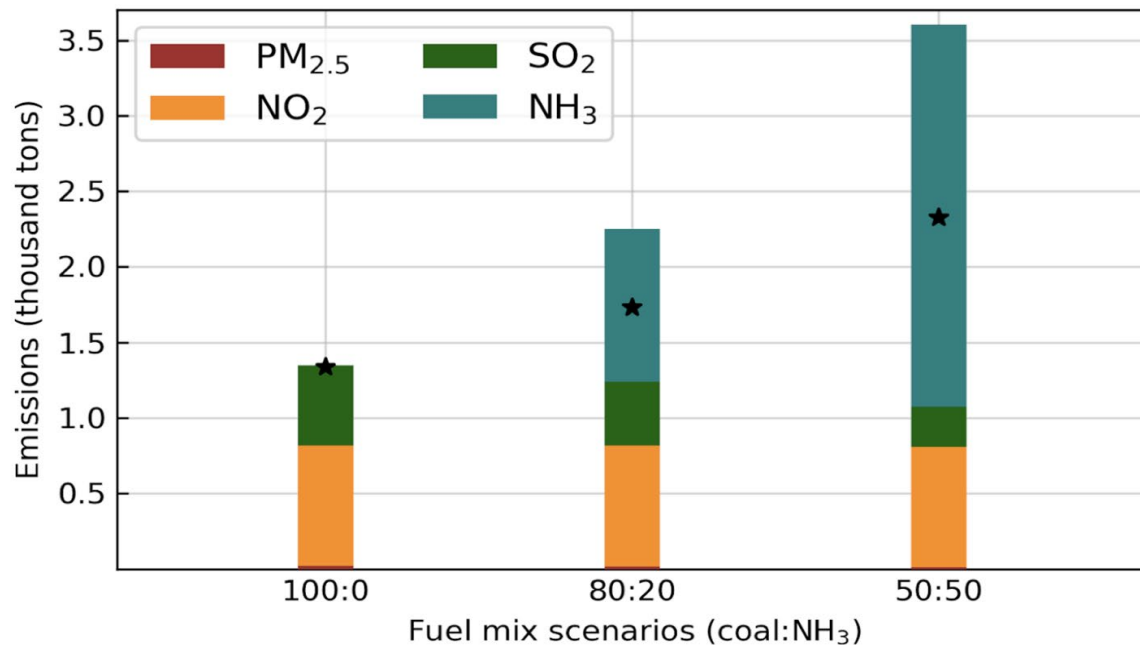
Pollutant emission change at Henkinen (Japan)

碧南における大気汚染物質排出の変化（日本）



Impact of co-firing on pollutant emissions

アンモニア混焼が汚染物質排出におよぼす影響



Total pollutant emissions increase by 67—167 %

汚染物質の総排出量は67-167%増加

Why do emissions increase?

何故排出量が増えるのか？

Low calorific value of ammonia means huge quantities of the fuel are required

アンモニアは発熱量が低いため、膨大な量の燃料が必要となる



Shipping of ammonia アンモニアの船舶輸送



Combustion of ammonia アンモニアの燃焼

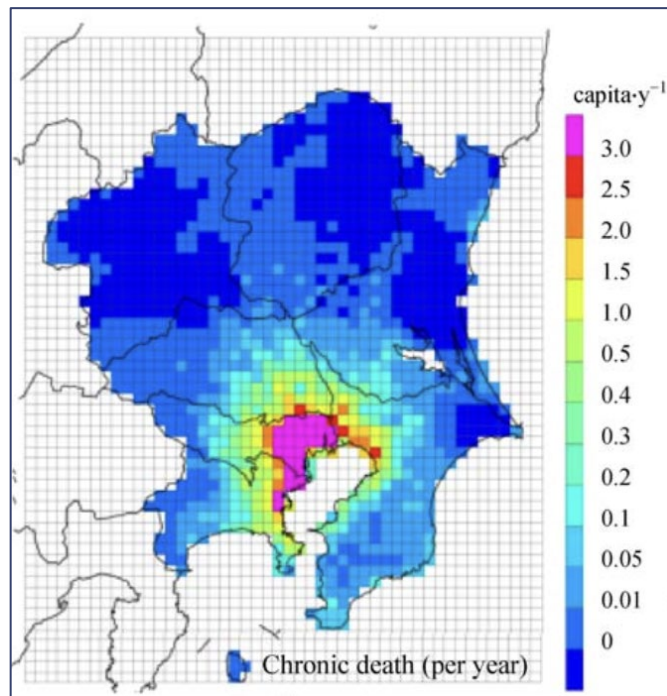
Small leak = Large increase in pollutant emissions

アンモニアの排出はわずかでも汚染物質の排出を増加させる

Other research on Japanese ammonia co-firing impacts

Lu et al. (2018)): PM_{2.5}-related health impacts of utilizing ammonia-hydrogen energy in Kanto Region, Japan

- Research: using ammonia to supply **20 % of energy demand** in Kanto Region
- Results: 4-12 % increase in PM_{2.5} concentrations, leading to an additional 350 deaths per year
- Published in scientific article (*Frontiers in Environmental Science and Engineering*) - undergone review by independent scientists



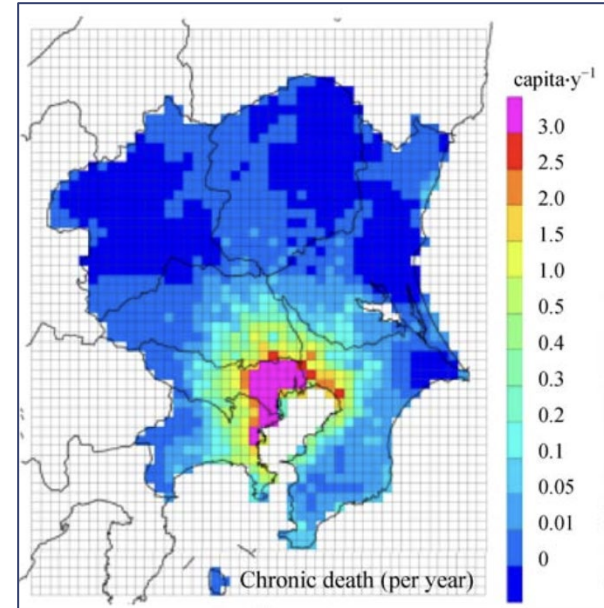
Our report is corroborated by peer-reviewed research

Other research on Japanese ammonia co-firing impacts

日本におけるアンモニア混焼の影響に関する研究

Lu et al. (2018)): [PM_{2.5}-related health impacts of utilizing ammonia-hydrogen energy in Kanto Region, Japan](#)

- 研究：関東地域の電力需要の20%をアンモニアによって提供されると想定した際の健康影響
- 結果：PM2.5の濃度が4-12%高くなり、年間350人の追加的死亡を引き起こす
- この科学論文は査読付き論文として*Frontiers in Environmental Science and Engineering*に掲載された



Our report is corroborated by peer-reviewed research

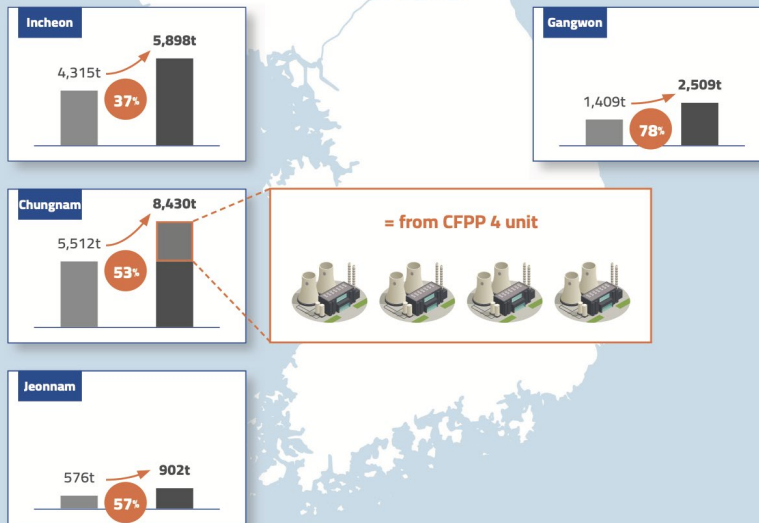
当レポートの内容は、査読を経た研究により裏付けられている

Pollutant emissions change in South Korea

韓国における汚染物質排出量の変化



[Figure 4] Changes in fine dust emissions by ammonia co-firing by local governments



Increased pollutant emissions also projected for South Korea

韓国でも汚染物質排出量の増加が予測されている

Wider impacts
より広域への影響

Other impacts on society and the environment

Japan's Costly Ammonia Coal Co-Firing Strategy

September 28, 2022

Bloomberg
NEF
Philanthropies

Climate impacts

“...will still emit as much CO₂ as a natural gas fueled combined cycle gas turbine. Coal power plants co-firing ammonia may also emit more nitrous oxide, a greenhouse gas with global warming potential 273 times larger than that of CO₂ for a 100-year timescale.”

Economic impacts

20% ammonia co-firing would require a carbon tax of ~\$300/tCO₂ by 2030 to compete with alternatives. Japan's current carbon tax is ~¥289 (\$2–3)/tCO₂; **less than 1%** of what's needed.

“These values are costlier than the levelized cost of electricity (LCOE) of renewable alternatives such as offshore wind, onshore wind or solar with co-located batteries.”

Other impacts on society and the environment

社会および環境へのその他の影響

日本のアンモニア・石炭混焼の戦略におけるコスト課題

2022年9月28日

Bloomberg
Philanthropies
BloombergNEF

Climate impacts 気候への影響

「...とはいっても天然ガスを燃料とするコンバインドサイクル・ガスタービンと同程度のCO₂を排出する。石炭火力発電所でアンモニア混焼を行った場合、100年単位で見るとCO₂の273倍の地球温暖化係数を持つ強力な温室効果ガスである亜酸化窒素（N₂O）をより多く排出する可能性がある。」

Economic impacts 経済的影響

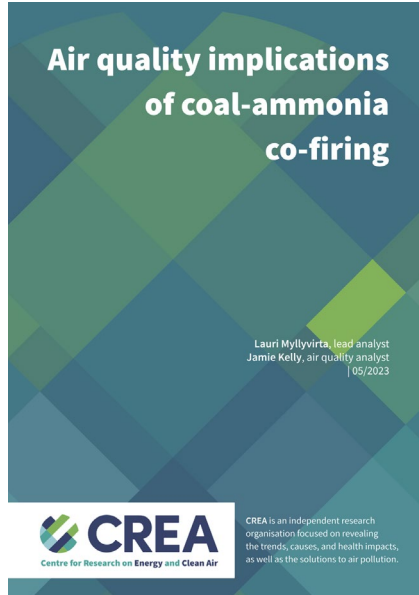
アンモニア20%混焼が経済的になるには、2030年までに少なくとも約300ドル/tCO₂の炭素価格が必要だと推定されているが、日本の炭素税は現在約289円（2-3ドル）/tCO₂であり、必要なレベルの1%に満たない。

「これらの値は、洋上風力・陸上風力・蓄電池併設型の太陽光発電といった再生可能代替エネルギーの平準化発電コスト（LCOE）を上回る。」

Conclusions

まとめ

Ammonia co-firing is a false solution



We have assessed how ammonia co-firing will affect pollutant emissions in two countries that are leading the transition - Japan and South Korea

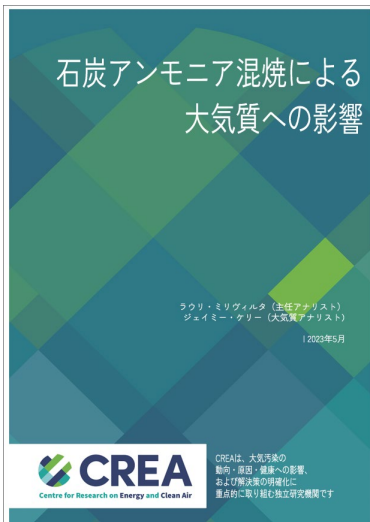
In both cases, we find that this transition will dramatically increase pollutant emissions - reaching 167 % at Hekinan

Japan already suffers from a major air pollution problem, with PM2.5 exposure associated with over 40,000 deaths

Hence, this transition has the potential to worsen air quality and lead to even worse public health impacts

Ammonia co-firing is a false solution

アンモニア混焼は「間違った解決策」



アンモニア混焼が汚染物質の排出がどのような影響をおよぼすかを、転換を先行させている2カ国（日本と韓国）で評価した

いずれの国でも、アンモニア混焼への転換により汚染物質の排出が劇的に増加することが判明した。碧南では167%増にも達する。

日本は、既に深刻な大気汚染問題に直面しており、PM2.5への曝露は4万人以上の死亡に関連している

Hence, this transition has the potential to worsen air quality and lead to even worse public health impacts

アンモニア混焼への転換は大気質を悪化させ、公衆衛生への影響のさらなる深刻化につながる

Ammonia co-firing is a false solution

アンモニア混焼は「間違った解決策」



Clean, renewable energy is not only the cheapest and safest option —
it is the only path to protect climate and public health

クリーンで再生可能なエネルギーは、最も安価かつ最も安全な選択肢であるだけでなく、
気候と公衆衛生を守る唯一の道である

Thanks for listening! ご清聴ありがとうございました。

Jamie Kelly (jamie@energyandcleanair.org) and Daniel Nesan (daniel@energyandcleanair.org)