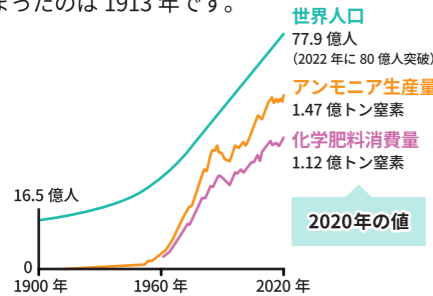


Nrを手に入れて、世界は変わった

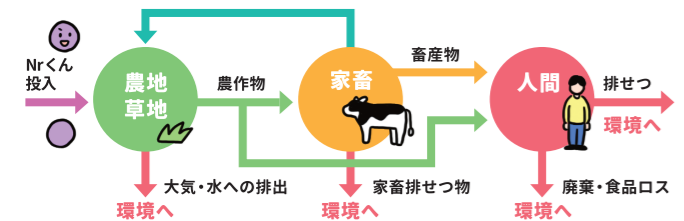


人類はどれだけのNrを使ってきたのでしょうか。ハーバー・ボッシュ法による商業生産が始まったのは1913年です。

1960年代からアンモニア生産と化学肥料の消費量が急速に伸び、現在まで続いています。窒素肥料が食料生産を増やして、世界人口の増加を支えてきたのです。



窒素肥料によって、農作物をたくさん作れるようになり、農作物を飼料とする畜産物もたくさん作れるようになりました。ところが、食料生産に投入するNrの多くが漏れています。投入した窒素のうち生産物に届く割合を窒素利用効率とよびます。世界の窒素利用効率は、農作物で50%、畜産物で5%～20%ほど。残りは、うまく循環させないと漏れてしまうのです。そして、同じ量のタンパク質を食べるならば、農作物より畜産物の方が環境にNrが漏れやすいのです。食べられるのに捨ててしまう食品ロスも、捨てた食品そのものを無駄にしますし、捨てた食品の生産に投入したNrも無駄になります。



漏れたNrの行き先は、大気、土壌、陸水、そして海洋です。漏れたあとは環境をぐるぐると巡り、Nrの種類に応じた影響が生じます。Nrは農業だけから漏れるわけではありません。快適な生活のためのエネルギー（熱・動力・電気）を得るために化石燃料を燃やしたり、廃棄物を燃やすと、窒素酸化物といわれるNrが大気に漏れます。排ガスや排水に含まれるNrは、処理によって悪さをしないN₂に戻せます。ただし、処理にはコストがかかるため、無駄になるNrを減らすことが大切です。

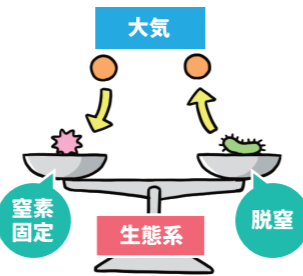


窒素ってなんだろう



窒素は太陽系で5番目に多い元素です。元素記号は「N」、英語ではnitrogenと呼ばれます。

地球では、窒素原子が2個くっついた窒素ガス(N₂)が大気の78%を占めます。タンパク質やDNAの素材として、窒素は生き物に必要な元素なのです。人体の重さの約3%は窒素でできています。しかし、たくさんあるN₂は安定で何もしません。生き物が見える形の反応性窒素(Nr)が必要なのです。Nrにはたくさんの種類があります。



生態系では微生物がN₂からNrを作り出します。植物はNrを吸収して育ちます。草食動物は植物を食べて、肉食動物は草食動物を食べて、Nrを取り入れています。排せつ物や遺体に含まれるNrを分解して、最後にはN₂に戻すのも微生物です。

人類もまた、このNrを循環させて暮らしてきました。かつての農業も、下肥、魚肥、堆肥などの有機物に含まれるNrを使っていたのです。

足りなくなってきた反応性窒素(Nr)

地球の人口は次第に増えていきます。食料がもっと必要になります。どうすれば食料をたくさん作れるでしょう。肥料です。農作物の肥料になるNrが欲しいのです。



20世紀初期に、N₂からNrの仲間のアンモニアを人工的に造り出す技術（ハーバー・ボッシュ法）が開発されました。化学肥料を望むだけ合成できるようになったのです。

Nrには肥料以外の用途もあります。例えば、ナイロン、ウレタン、火薬・爆薬などの工業原料だったり、燃料という新しい用途も注目されています。



Sustai-N-able プロジェクト 人・社会・自然をつないでめぐる 窒素の持続可能な利用に向けて

- 2020年度 インキュベーション研究
- 2021年度 予備研究
- 2022年度 プレリサーチ
- 2023～2027年度 フルリサーチ

プロジェクトリーダー 林 健太郎 (総合地球環境学研究所)

自然循環班 班長 木庭 啓介 (京都大学)

人間社会班 班長 松八重 一代 (東北大学)

経済評価班 班長 栗山 浩一 (京都大学)

将来設計班 班長 林 健太郎 (兼任)



Sustai-N-able プロジェクトウェブサイト
に、プロジェクトおよび窒素に関する様
々な情報を載せています。
ぜひご覧ください。
<https://www.chikyu.ac.jp/Sustai-N-able/index.html>

〒603-8047 京都市北区上賀茂本山 457 番地 4
Tel: 075-707-2315
Mail: rihn.susn@chikyu.ac.jp



Research Institute for
Humanity and Nature
大学共同利用機関法人
人間文化研究機構 総合地球環境学研究所

制作 (50音順): 浅野 真希・梅澤 有・木村 文子・齋木 真琴・館野 隆之輔・
林 健太郎・尾藤 環・皆木 香渚子

イラストレーション: 中林 まどか

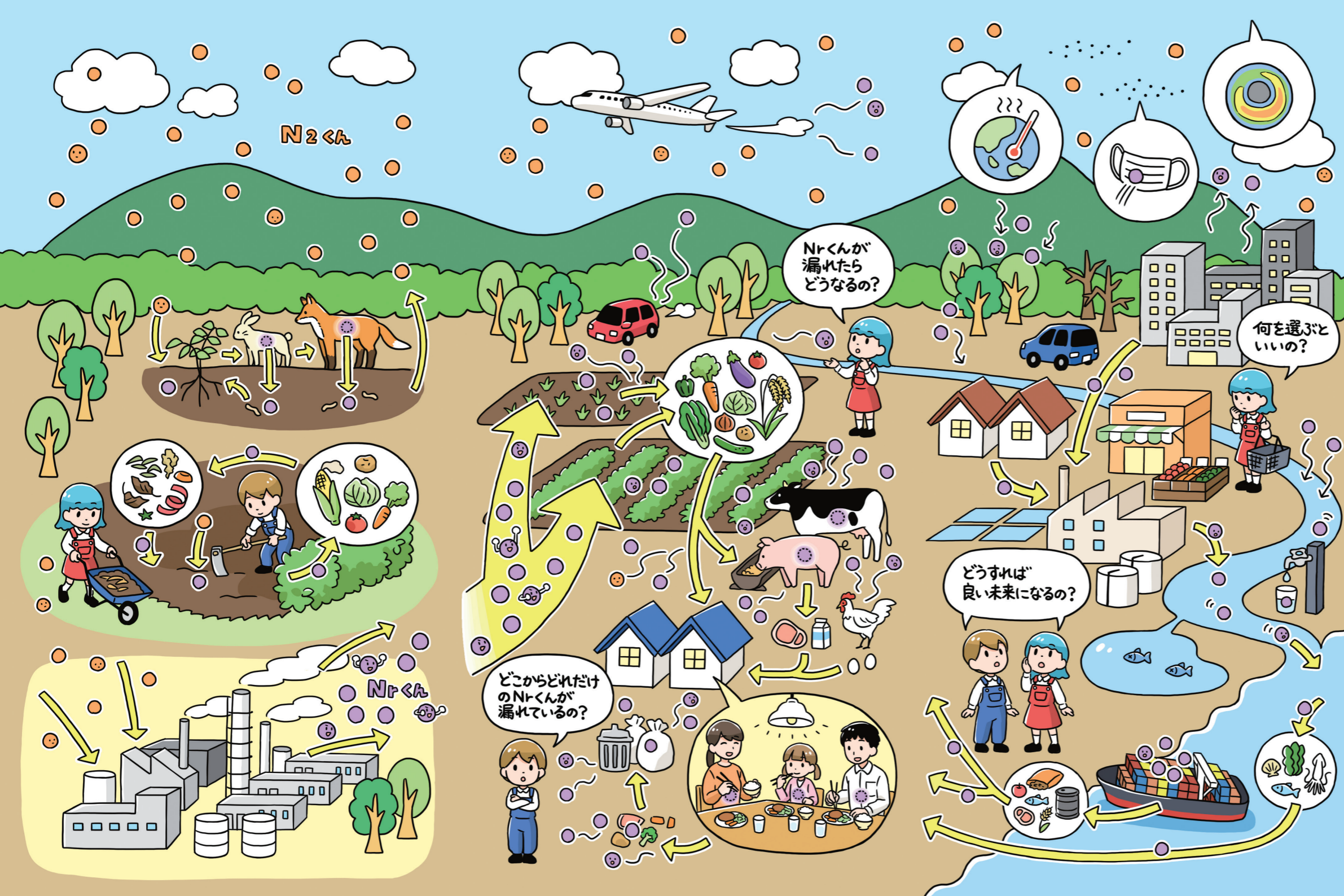
2023年4月

総合地球環境学研究所 実践プログラム

Sustai-N-able プロジェクト

人・社会・自然をつないでめぐる
窒素の持続可能な利用に向けて





反応性窒素 (Nr) が漏れると、何が起こるのか

地球温暖化
 Nrの仲間の一酸化二窒素 (N₂O) は、二酸化炭素の300倍近い温室効果をもち、地球温暖化の原因となります。

成層圏オゾン破壊
 Nrの仲間のN₂Oには、成層圏に入るとオゾン破壊して地上に到達する紫外線を増やすはたらきもあります。

大気汚染
 Nrの仲間の窒素酸化物や、Nr由来の細かい粒子も含むPM2.5(微小粒子状物質)などは、呼吸器に有害です。

水質汚染
 Nrの仲間の硝酸性窒素などは、チアノーゼ症や変異原性などの健康影響をもたらす可能性があります。

富栄養化
 Nrが陸域や水域に入ると、窒素栄養が豊富になって生物多様性や生態系が変化したり、ひどい場合には生き物が死滅します。

酸性化
 Nrの仲間の硝酸などは、土壌や陸水を酸性にするはたらきがあり、ひどい場合には生き物に被害が及びます。

Sustai-N-able プロジェクトの取り組み

自然循環班	人間社会班
<p>Q1 Nrくんが漏れたらどうなるの?</p> <p>Nrが漏れることで起こる大気・水・土壌の変化、その変化が人や自然に及ぼす影響、そして、自然がもつNrをN₂に戻す能力を明らかにしていきます。</p>	<p>Q2 どこからどれだけのNrくんが漏れているの?</p> <p>食料・モノ・エネルギーの生産・消費において、どこからどんなNrがどれだけ漏れているのかを明らかにし、窒素フットプリントのような私たちの暮らしの指標や、将来の窒素利用のシナリオを作っていきます。</p>
経済評価班	将来設計班
<p>Q3 何をخبぶといいの?</p> <p>消費者の食料選択や農家さんの食料生産において、Nrがもたらす環境影響への対策がどのくらい重視されているのかを明らかにし、持続可能な食と農業を考えていきます。</p>	<p>Q4 どうすれば良い未来になるの?</p> <p>Nrが私たちの暮らしを支えつつも環境に影響を及ぼしていることを多くの人たちに知ってもらい、将来の世代が幸せにNrを使っていける仕組みを皆さんと一緒に考えていきます。</p>

私たちの行動で将来が変わるんだね

将来のみんなも幸せに暮らせる方法を一緒に考えよう