

オーフス窒素ワークショップにおける フューチャー・デザイン体験イベントの報告

Future Design 2024
2024年9月15日

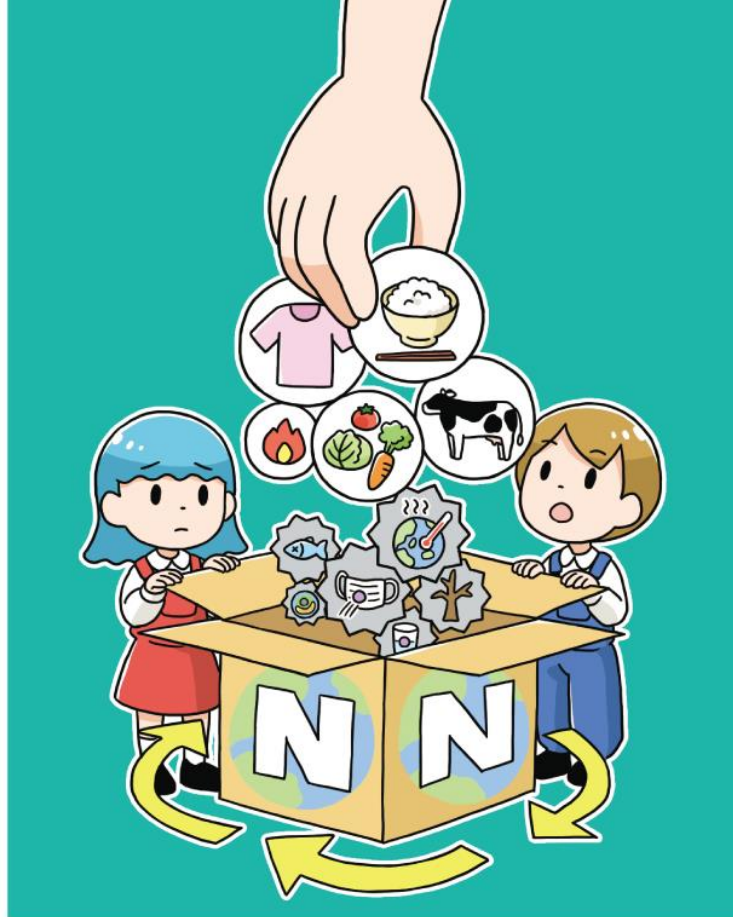
人間文化研究機構
総合地球環境学研究所・教授
林 健太郎



本日の話題

1. 窒素問題のあらまし
2. フューチャー・デザイン体験
パッケージ
3. オーフス窒素ワークショップ
における体験イベント

1. 窒素問題のあらまし



↓ PDF版リーフレット

<https://www.chikyu.ac.jp/Sustai-N-able/achievements.html>

「**Sustai-N-able**」で
検索すると出ます

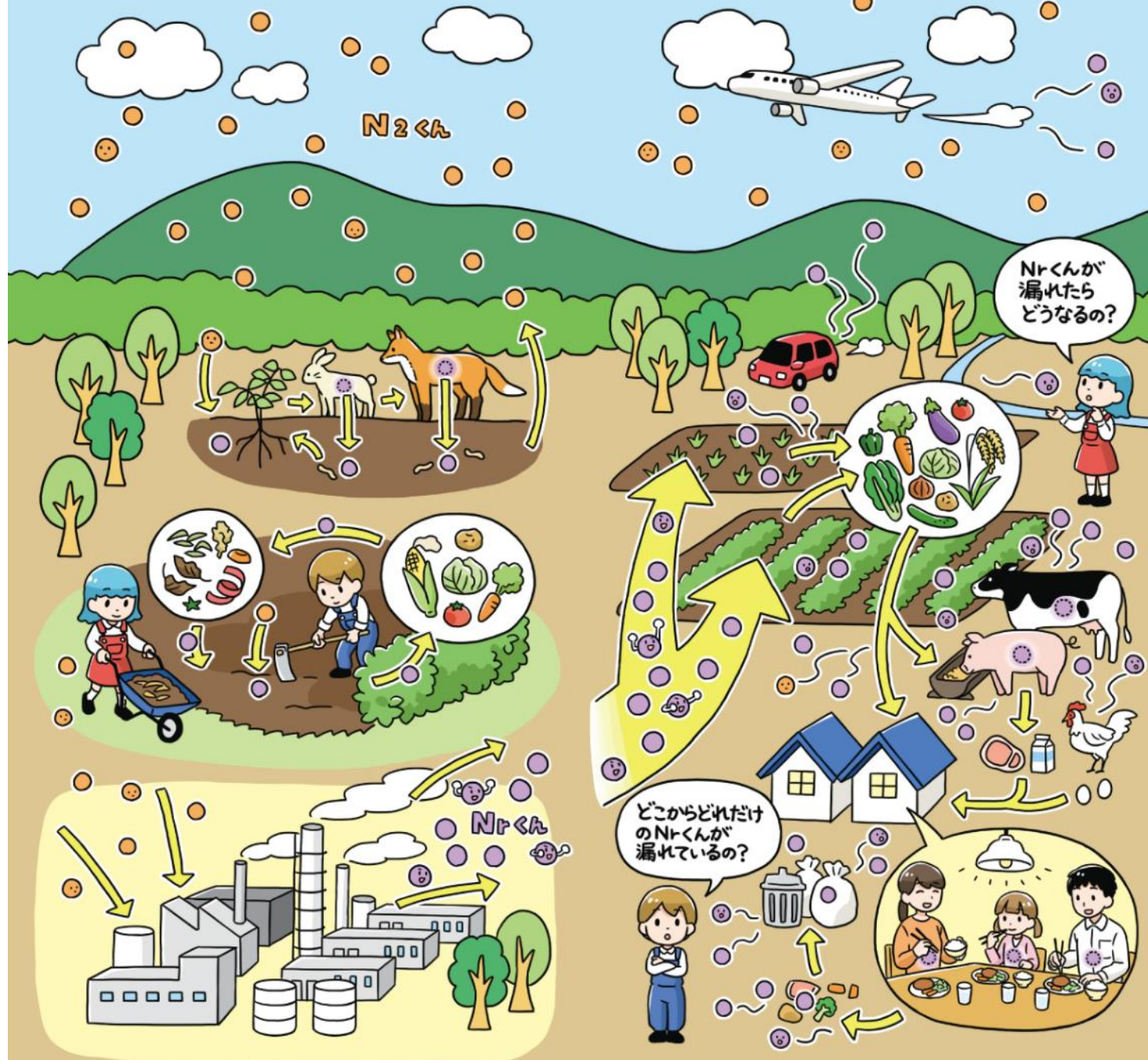
総合地球環境学研究所 実践プログラム

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

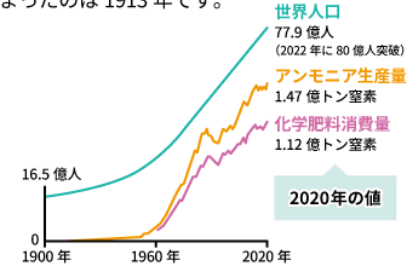


地球研実践プロジェクト
2022～2027年度
研究代表者：林 健太郎
RIHN14200156

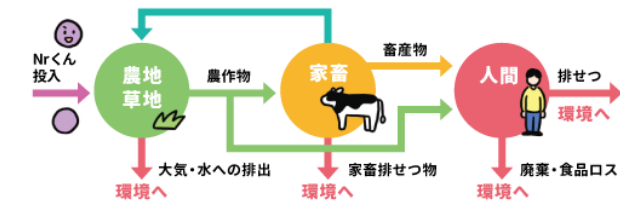


人類はどれだけのNrを使ってきたのでしょうか。ハーバー・ボッシュ法による商業生産が始まったのは1913年です。

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。

漏れたNrくんたちは、いったい何をしますか？



窒素は2種類に大別

安定な分子窒素と, その他の反応性窒素

- 環境中で **不活性** か **反応性** か

不活性: 分子窒素 (N_2), 圧倒的に大量, 大気の78%

反応性: その他の窒素化合物, **反応性窒素 (Nr)** と総称

Nr大気組成

N_2O 335 ppb 増加中

NO 1~100 ppb

NO_2 1~100 ppb

HNO_3 0.1~10 ppb

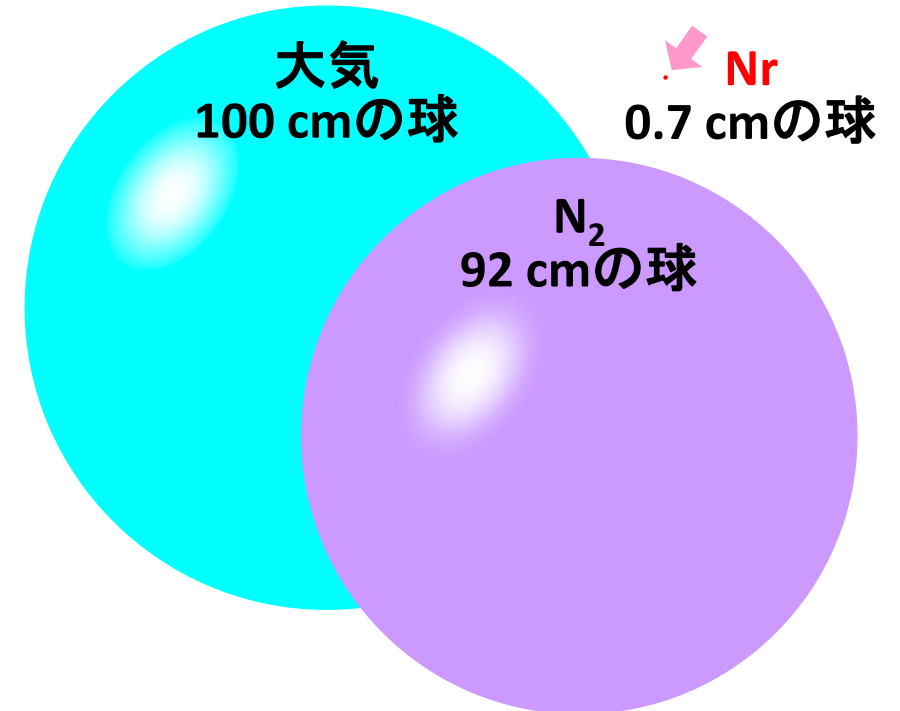
HNO_2 0.1~10 ppb

NH_3 0.1~100 ppb

*1 ppb = 10^{-9} (10億分の1)
= 0.0000001%

環境中の主な反応性窒素

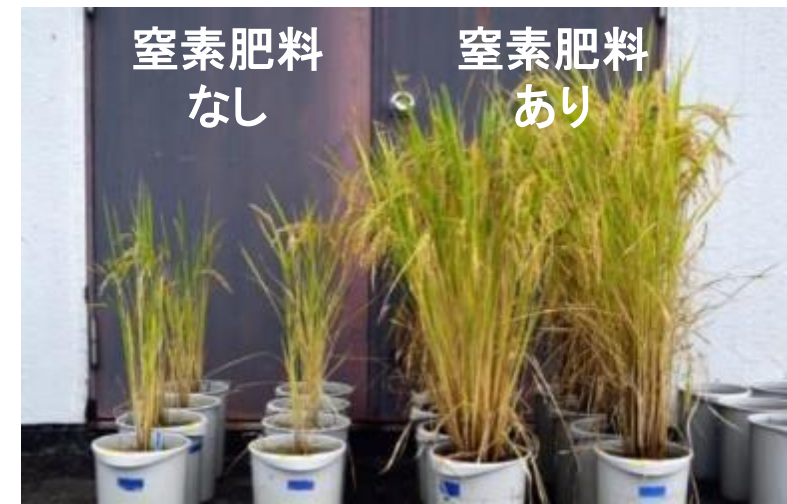
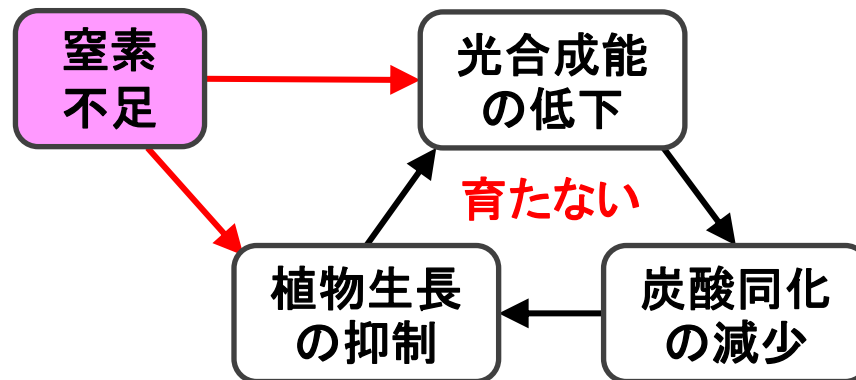
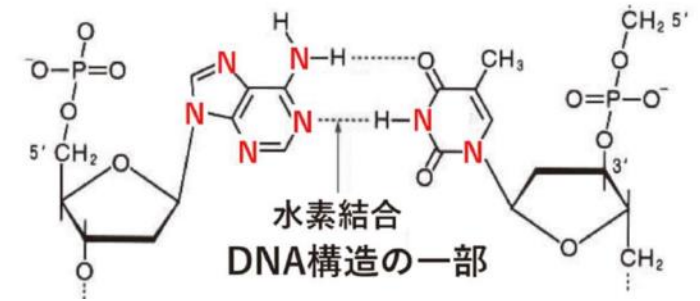
還元窒素	アンモニア (NH_3) とそのイオン・塩 (NH_4^+) 有機態窒素 (アミン, アミノ酸など, 例: 尿素)
酸化窒素	硝酸 (HNO_3) とそのイオン・塩 (NO_3^-) 亜硝酸 (HNO_2) とそのイオン・塩 (NO_2^-) 一酸化窒素 (NO) 二酸化窒素 (NO_2) (狭義の) 窒素酸化物 (NO_x) (NO と NO_2) 一酸化二窒素 (N_2O)



窒素(N)は生物の必須元素

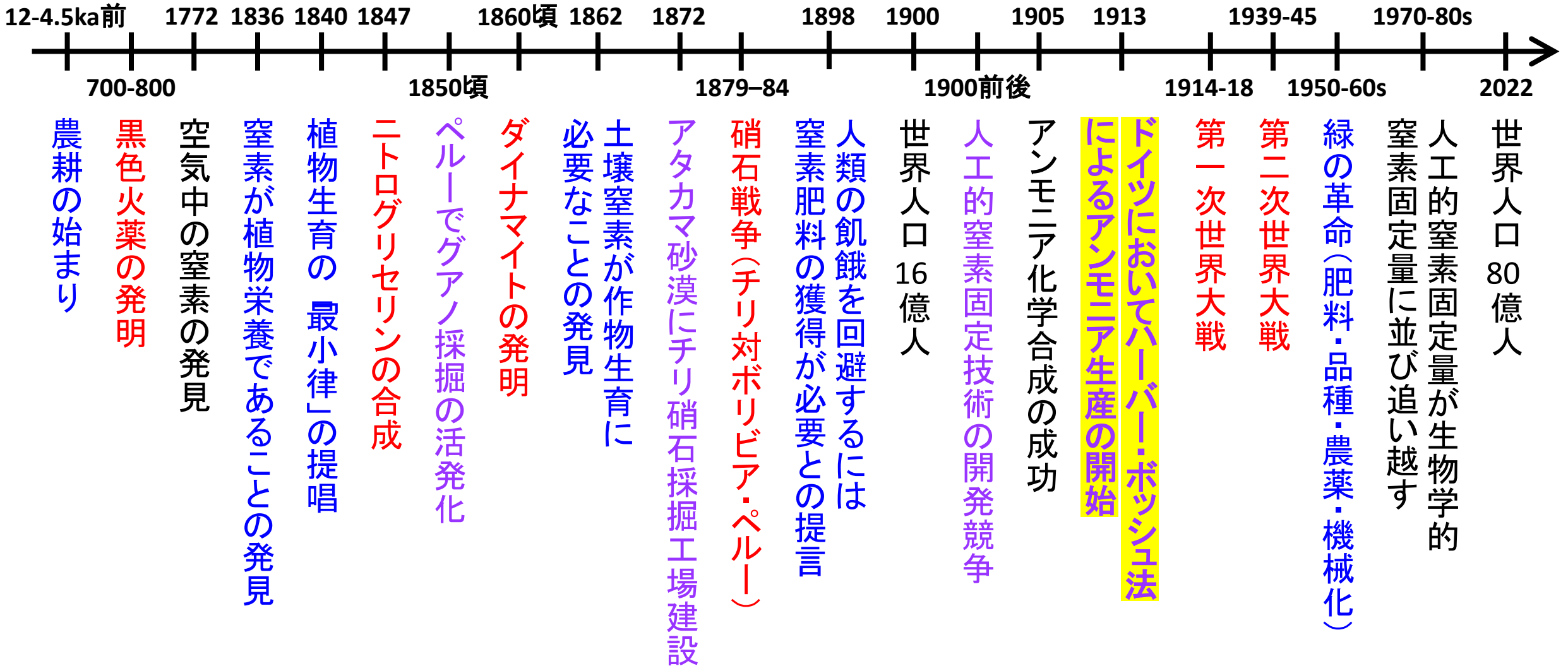
生命代謝, 体づくり, 遺伝情報

- 窒素は, アミノ酸や核酸塩基の形成に必須
 - アミノ酸はタンパク質, 核酸塩基はDNAの素材
- 多くの生物は大気中の窒素ガス(N_2)を利用できない
 - 動物: 有機態窒素(他の生物・有機物)を摂食
 - 植物: 無機態窒素(特にアンモニアと硝酸)を吸収
- 酵素もタンパク質 → 光合成を担うのは酵素 → **窒素は重要な肥料**



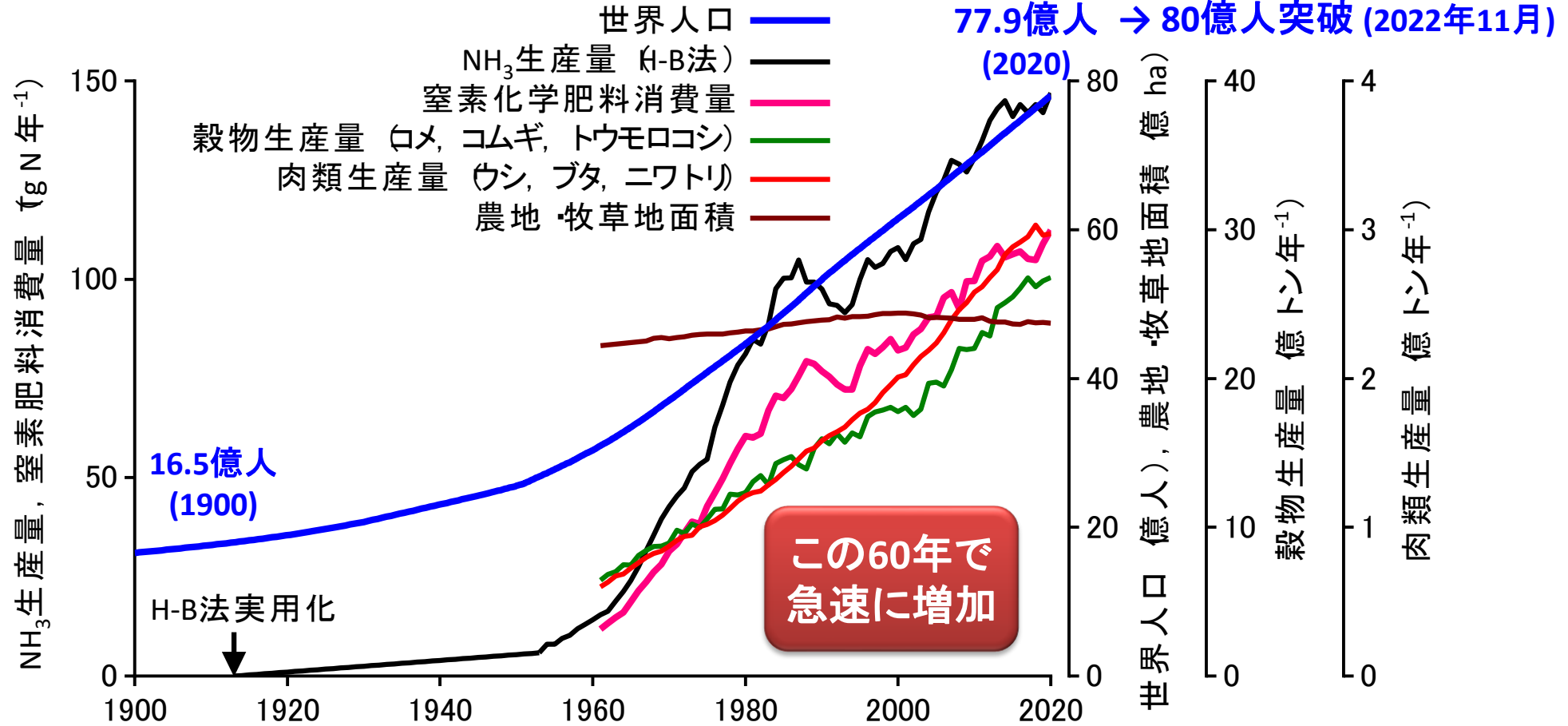
実は長い人類と窒素の付き合い

「食」と「争」の二面性(紫は両面を含む)

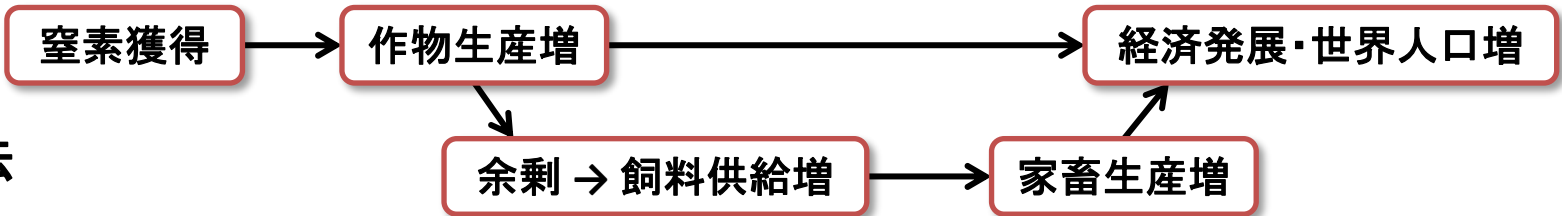


反応性窒素(Nr)を獲得した人類

豊富なN₂からアンモニア(NH₃)を望むだけ合成可能に

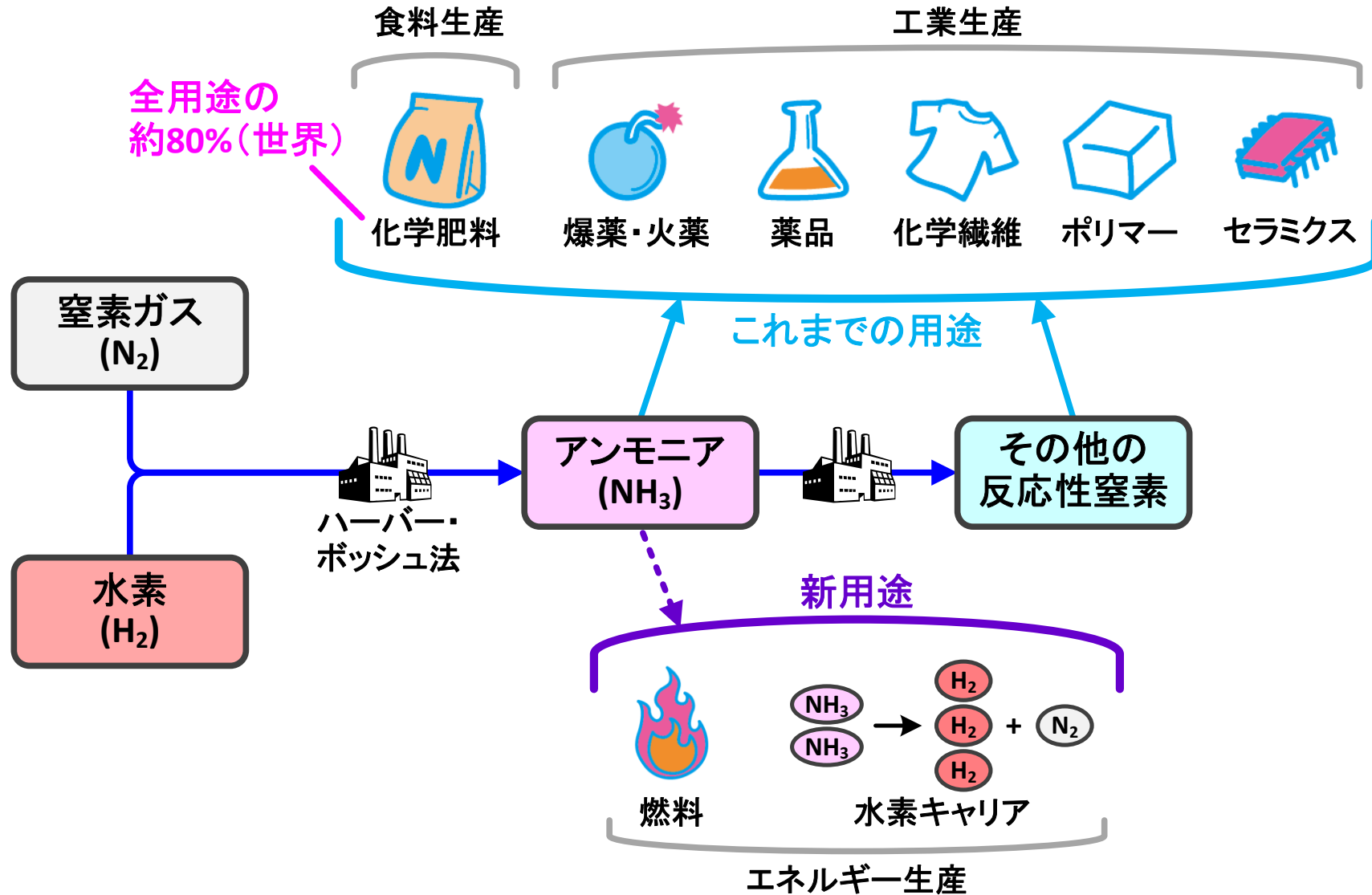


H-B法:
ハーバー・ボッシュ法



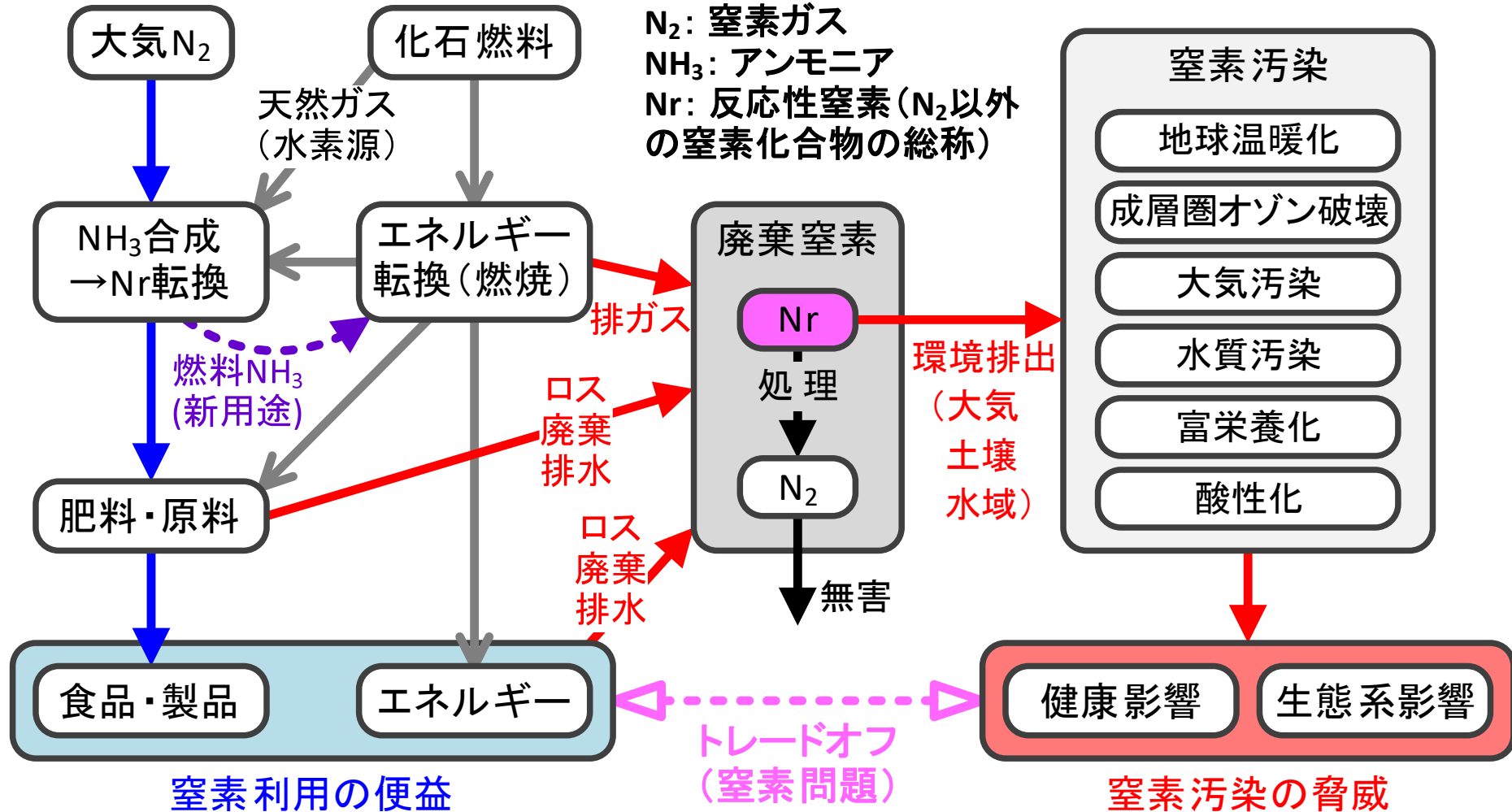
多様化する窒素の用途

化学肥料, 工業原料, そして燃料・水素キャリア



窒素問題

窒素利用(便益)と窒素汚染(脅威)のトレードオフ



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。

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。

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。

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層を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。

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。

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が被害が及びます。

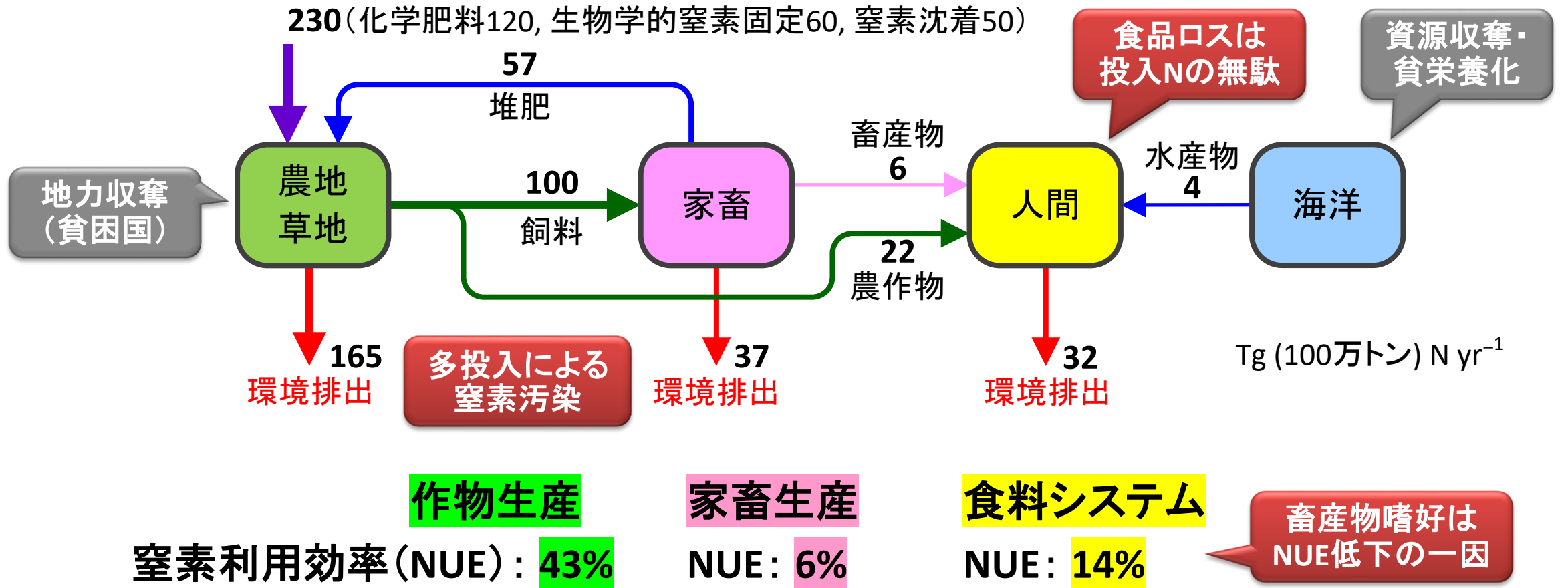
Sustain-N-able プロジェクトの取り組み

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 何を选ぶといいの?</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>



食料システムの課題

Too much (窒素汚染)のみならず too little (自然資源収奪)も



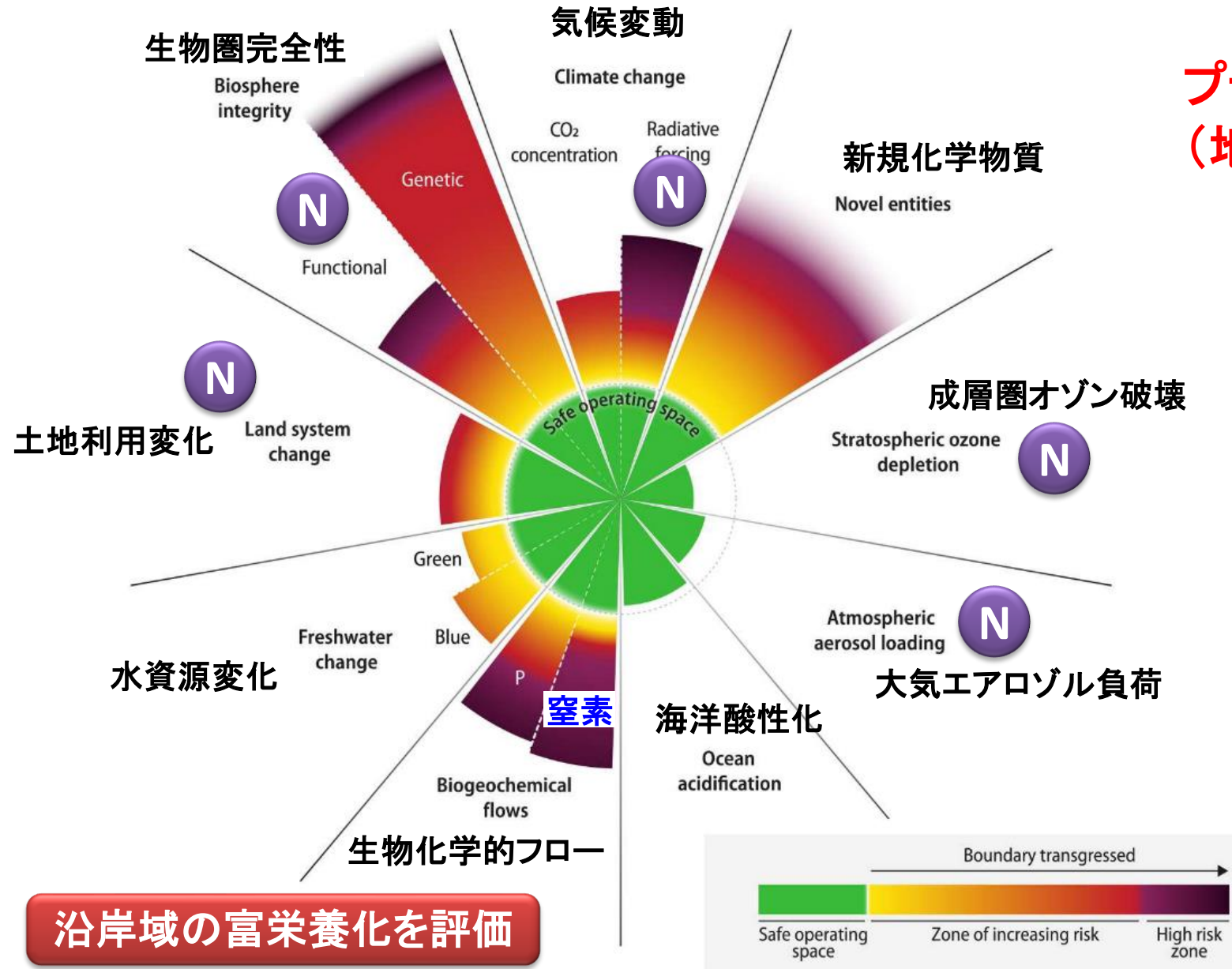
世界の食料システム窒素フロー(2000~2010年) Sutton et al. (2013) より作図

窒素汚染の影響（全体像）

Nrは多くの環境問題に関与



窒素循環のかく乱は地球システムへの脅威



プラネタリー・バウンダリー
(地球システムの限界)

窒素は
いずれにも関与

Richardson et al. (2023)
に基づき作図

2. フューチャー・デザイン 体験パッケージ

フューチャー・デザインを体験

一回切りの短い時間で一通りの体験をする機会を作りたい

- **なぜ？**： FDが窒素問題の解決にも有効と期待するため
 - 窒素問題の関係者、つまり、全てのステークホルダーに、FDというアプローチの存在を体験を通じて理解して欲しい、さらに実践への関心を高めて欲しい
- **どのように？**： 概略を伝え、実践、そして振り返り
 - 概要紹介： 将来失敗とFDの可能性（あまり多くは話さない）
 - グループ形成： 短時間で皆が発話するためグループあたり人数を絞る
 - パスト・デザイン： 窒素問題を題材に現在と過去を繋ぐ（FDの練習）
 - 未来に飛ぶために： みほこさんの動画 + 法被を着て音とビジュアルの演出
 - FD： (1) 2054年の世界, (2) 2024年へのメッセージ
 - 振り返り： (1)と(2)の討議結果を付箋で貼り、各グループから紹介
- **必要な時間は？**： 当初は5分を目指したが、60～90分は必要と結論

今回制作したFD体験パッケージ

中川善典さんが制作しているマニュアルをカスタマイズ

Welcome to the

Future Design Workshop

A side event of the N Workshop 2024
Aarhus, Denmark
18 June & 20 June 2024

Organized by:
Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan



Page 1

1. タイトル
オーフス窒素
ワークショップの
サイドイベントと
して、地球研が
企画



Page 3

3. 開催挨拶
本番では冒頭の
タイトルページを
映しつつ主旨説
明と挨拶をした

01. Opening Remarks

Table of Contents

- 01. Opening Remarks
- 02. What is Future Design?
- 03. Group Formation
- 04. Past Design Discussion
- 05. Future Design Discussion
- 06. Summary of Discussion Results
- 07. Presentation (depending on time availability)

Page 2



2. 目次



Page 4

4. FDの説明の
扉

02. What is Future Design?

Various issues have emerged those threaten sustainability.



- In the field of environmental studies, climate change, biodiversity loss, and air, water, and soil pollution are typical examples.¹⁾
- Many people aiming to resolve these issues likely feel frustration and impatience at the slow progress.

5. FDの説明

導入として、持続可能性を脅かす問題がいくつも生まれてきたこと

Why is it so difficult to resolve these issues?

Two main mechanisms that govern the modern society:

Market: the system through which modern people exchange goods.

Democracy: the system through which modern people express their will.



- Because future generations cannot participate in the present mechanisms governing the modern society.
- We call the resulting failures as "future failures".²⁾

6. FDの説明

こういった問題を解決することはなぜ難しいのか？結果、将来失敗が起きていること

How can we avoid these failures?



- It may be necessary to change people's behavior through regulation and penalties.³⁾
- However, before that, why not aim for the realization of a society where people's inherent futurability* is naturally manifested?²⁾
- One powerful method for this is for us to embody imaginary future people and creatively design the mechanisms of society.⁴⁾

* The trait of feeling joy in acting for the benefit of future generations

7. FDの説明

どうすれば将来失敗を回避できるのか？仮想未来人となり将来可能性を發揮してはどうか



- Future Design (FD) is a practice where people activate "futurability" through designing future society.
- FD will spread hand in hand with academic research supporting such practice.

- If we engage in this practice now, people in the future, decades from now, might look back on us with gratitude.

8. FDの説明

FDとは将来可能性を活性化するための実践。それができれば将来世代は我々に感謝するだろう



03. Group Formation

9. グループ形成の扉



Please form pairs with the person sitting next to you.

If someone cannot find a partner, it is also fine to form a group of three.

10. グループ形成

参加者は隣同士でペアを作る。人数によってはトリオもあり



11. パスト・デザイン の扉

04. Past Design Discussion

The History of the Relationship between Humanity and Nitrogen (N)



(1) Discovery of the usefulness of N for humanity

- Humans started agriculture ca. 10,000 years ago in some regions of the world.
- They did not know the mechanisms but empirically utilized manure and legumes to support crop production.



(a) French craftsman Bernard Palissy (1563)
(b) French chemist Jean-Baptiste Boussingault (1836)
(c) German chemist Hermann Wulffarth (1880)
Also referred to Galloway et al. (2013)

- Later, science has discovered many things on N. For example, from the 16th to 19th centuries,
 - a. Certain components in soil are necessary for crop growth,
 - b. One of which is made from N, a component of the air, and
 - c. Microbes are involved in the fixation of stable dinitrogen in the air into reactive form of N (Nr).

12. 窒素に関する過去の事柄 最初は5項目あげていたが、情報量が多すぎるために3項目に絞った

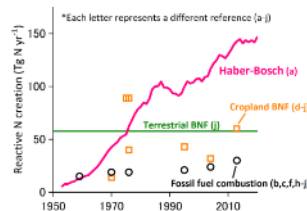
13. 窒素に関する過去の事柄 最初は5項目あげていたが、情報量が多すぎるために3項目に絞った

14. 窒素に関する過去の事柄 最初は5項目あげていたが、情報量が多すぎるために3項目に絞った

(2) Green Revolution and the accelerated N cycle



- The Haber–Bosch process realized in the early 20th century enabled to produce chemical N fertilizers that has greatly contributed to increasing food production.
- The large increase in crop production occurred during 1950s–60s is known as the Green Revolution. That pace has continued, meeting the food demand with population growth.



- Consumption of chemical N fertilizers in the world has steadily increased since 1960s.
- Eventually, humanity has accelerated the global N cycle. Galloway et al. (2013) interpreted that the human creation of reactive N likely exceeded the biological N fixation of terrestrial ecosystems in 1970s.

(a) USGS; (b) Eriksson (1959); (c) Robinson & Robbins (1970); (d) Delwiche (1970); (e) Burns & Hardy (1975); (f) Soderlund & Svernsson (1976); (g) McElroy et al. (1976); (h) Galloway et al. (1995); (i) Galloway et al. (2004); (j) Fowler et al. (2013)

(3) Frameworks to address the N issue

- Our N use induces huge loss of reactive N to the environment.
- That has caused various N pollution since 1950s, e.g., coastal eutrophication and air pollution.
- We are facing the N issue, i.e., a tradeoff between the benefits of our N use and the threats of accompanied N pollution.
- With this awareness, N experts launched the International Nitrogen Initiative in 2003 and has supported international activities.
- In 2019, the first “Resolution on Sustainable Nitrogen Management” was adopted at the 4th United Nations Environment Assembly.
- Circa 70 years after the recognition of human-induced eutrophication, a worldwide framework to address the N issue was established.



It would be beneficial to keep the following message types in mind:

- Type 1: **Gratitude** (Thank you for doing ...!)
- Type 2: **Regret** (Why did you do ... ? Why didn't you do ...?)
- Type 3: **Indifference** (That issue is no longer relevant today!)

For Type 2, consider what people in the past could (not) have done even accounting for the unpredictability of the future.

14. 窒素に関する過去の事柄 ハーバー・ボッシュ法による窒素の獲得、緑の革命、そして窒素循環の加速

15. 窒素に関する過去の事柄 窒素汚染の発生と激化、持続可能な窒素管理に向けた活動の進展

16. パスト・デザイン 過去の人に、2024年の現状について何を伝え、どんなメッセージを送りたいか

20. 未来に飛ぶ音と視覚で未来へと飛ぶ演出



20. フューチャー・デザイン

2054年の世界で幸せを模索する様子, 2024年の窒素ワークショップ参加者へのメッセージ

21. フューチャー・デザイン

重要なリクエストとして, 話し合いを楽しむこと, 2054年が現在で2024年が過去であるという時制

17. フューチャー・デザインの扉



18. 体験者動画 矢巾町的美穂子さんの物語(英語版)



19. 未来に飛ぶ法被を着てもらい, 未来に飛ぶ準備

Are you ready?

05. Future Design Discussion Page 18

1

As of 2054, what does the world **look like**?

How are you challenging towards **happiness** in this world?

2

To make such the 2054 realistic, please send **request messages** to participants of the N workshop 2024 in Aarhus.

05. Future Design Discussion Page 19



Important Request (1)

We would like everyone to enjoy **fireside chat** as imaginary future people. This is **not** a formal discussion where you need to take notes.



Important Request (2)

Since you are living in 2054, you must speak about 2024 in the **past tense**.

(Wrong) Now, the use of generative AI **is** rapidly spreading.

(Correct) At that time, the use of generative AI **was** rapidly spreading.



22. サマライズの扉

06. Summary of Discussion Results

06. Summary of Discussion Results Page 21

- 1 Please write down the ideas for (1) (about the world in 2054) on yellow sticky notes.
- 2 Please write down the ideas for (2) (requests for 2024) on blue sticky notes.

23. サマライズ フューチャー・デザインの結果を、 2025年の様子と 2024年へのメッ セージに分けて 付箋に書き出し



24. プレゼンテーションの扉

07. Presentation



Please present the results of your group discussion within one minute.

25. プレゼンテーション 各グループ1分 で話してもら (実際はもう少し 延びた)

Page 24

Finally...

As a future person, you have demonstrated creativity and conceived a message directed towards you as a contemporary individual.

As a contemporary individual who receives a message conceived by none other than yourself, you will find yourself unable to refrain from reconsidering your thoughts and actions for the future.

In this way, the "futurability" you possessed naturally manifest themselves.

Thank you!

26. 種明かし 仮想未来人になる ことで、現在の 思考・行動が 未来との繋がりを 意識するよう になること

1. For example, Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9, eadh2458.
2. For papers positioning the market and democracy as causes of future failure and defining future possibilities, see: Saijo, T. (2020). *Future design: Bequeathing sustainable natural environments and sustainable societies to future generations. Sustainability*, 12(16), 6467.
3. For a comparison between methods of social science interventions in actions towards others and Future Design (FD), see: Pandit, A., Nakagawa, Y., Timilsina, R. R., Kotani, K., & Saijo, T. (2021). *Taking the perspectives of future generations as an effective method for achieving sustainable waste management. Sustainable Production and Consumption*, 27, 1526-1536.
4. The concept of imaginary future people was first proposed in the following paper: Kamijo, Y., Kamiya, A., Mijune, N., & Saijo, T. (2017). *Negotiating with the future: Incorporating imaginary future generations into negotiations. Sustainability science*, 12, 409-420.
5. The idea of Past Design was first proposed in the following paper: Nakagawa, Y., Kotani, K., Matsumoto, M., & Saijo, T. (2019). *Intergenerational retrospective viewpoints and individual policy preferences for future: A deliberative experiment for forest management. Futures*, 105, 40-53.
6. For the use of the concept of "Good Ancestor," the following book was referenced: Krznaric, R. (2020). *The good ancestor: How to think long term in a short-term world. Random House*.

27. 参考資料 スライド作成に 当たり引用した 資料類

3. オーフス窒素ワークショップ における体験イベント

国際窒素ワークショップとは

International Nitrogen Workshop (N WS)

- 欧州の研究コミュニティが隔年開催する国際研究集会
- 窒素問題の顕在化とその対処への研究, 政策, 両者の連携が進んでいる欧州では, このところ300名前後が集う
- N WSと併せて, 政策関係の集会が行われることも多い(例: 国連欧州経済委員会・長距離越境大気汚染条約・反応性窒素タスクフォース会合)
- オーフス窒素ワークショップの概要
 - 第22回, かなりの歴史
 - 会期: 2024年6月17日~21日
 - 会場: オーフス大学(Aarhus, Denmark)
 - 参加者: 主に農業分野の研究者(約250名)
 - セッション: 主に農業系, 林から Nitrogen Communication 特別セッションを提案

FD体験イベントの設計

アウェイゆえの大変さと、WS事務局のありがたいサポート

- サイドイベントとして企画： 会期中に2回行う計画
- 時間と場所の確保： WS事務局に相談しながら模索（何度もやり取り）
- 参加者の募集： 日時・場所を仮決めしてから、ウェブサイトで告知して募集 → なかなか集まらない → あちこちに相談・チラシ → 多少モディファイ
- 最終的に・・・
 - 第1回： サマースクールの日・欧の学生が体験
 - 第2回： オーフスWS参加の専門家が体験
- 結論： 完全アウェイでの実施はとても大変，しかし，親身にサポートしてくれたWS事務局と，融通を利かせてくれた知己に大いに感謝

フューチャー・デザイン体験イベント

第22回国際窒素ワークショップ(オーフス大学, デンマーク)



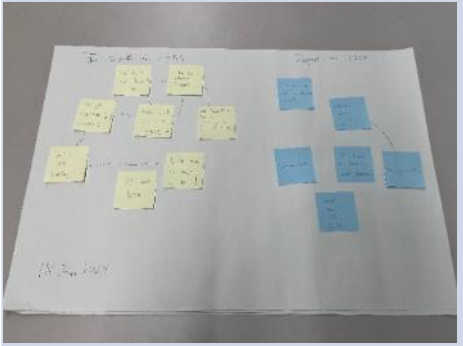
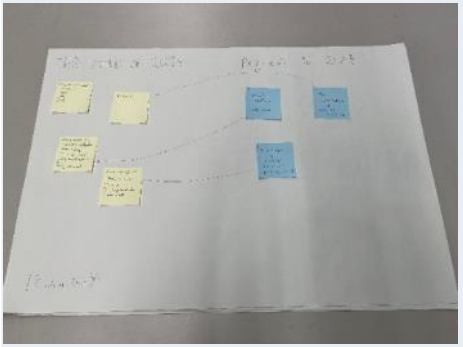
サマースクールの日・欧の学生さんたち(2024年6月18日)



国際窒素ワークショップに参加している専門家たち(有志)(2024年6月20日)

FD体験イベントで得られた結果

ほんの入り口とはいえ、何かしらのインサイト？

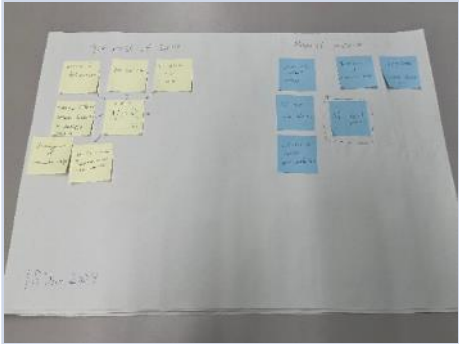
参加者とプレゼン	2054年の世界	2024年へのメッセージ
学生G1 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant-based food is common and popular. • We don't eat beef now! • Can get nutritious food easily! • We are very healthy. • Don't need to work a lot! • We have kids. • Climate change stopped. • We have room for nature, but it is still recovering. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implement policy now! • Be optimistic. • Just start to think the situation seriously! • Consume less. • All citizens get conscious about problems. • Spend time with family.
学生G2 	<ul style="list-style-type: none"> • Everyone has access to clean water and food. • No wars (1). • Equal distribution between cities and villages so people do not wrong about different living standards (2). • More international collaborations and alliances to preserve the environment (3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Fair distribution of natural resources (1に対応). • Social welfare and education (2に対応). • Technology and knowledge share all over the world (3に対応).

参加者とプレゼン

2054年の世界

2024年へのメッセージ

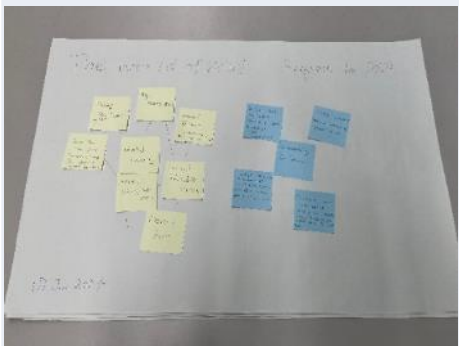
学生G3



- Worldwide WAR (sad).
- Imbalance of food distribution.
- Poor fossil fuel.
- The population is over 10 billion.
- Technology difference between developed and developing countries.
- Climate change, air temperature is higher than 2024.
- Development of renewable energy.

- No war, no conflict.
- Make rule about energy.
- The development of renewable energy.
- Overcome climate change!
- No tax (like carbon tax).
- Effective and health crop production.

学生G4



- Global warming.
- High temperature.
- Rising sea water level.
- Limited habitable area.
- Tropical illness – fly should be in tropical area now come to cold area.
- Smell from lake, pond because of the eutrophication and water pollution.
- Excess Nr in air and water.
- Ozone hole.

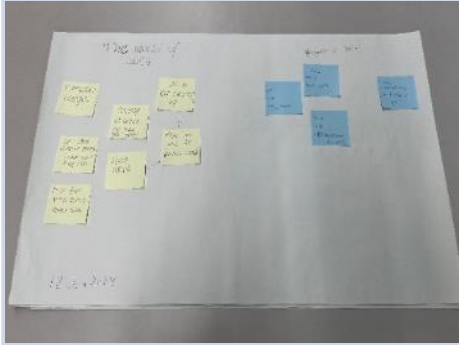
- Responsibility for future.
- Aware that Nr and N balance or cycle is broken and important.
- Take various measurement related to N.
- Highlight the importance of awareness of which food consume a lot of N in the process of making it.
- Take place some workshops to aware civil people which food is good for sustainable life.

参加者とプレゼン

2054年の世界

2024年へのメッセージ

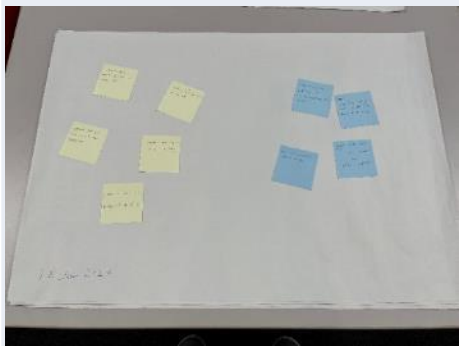
学生G5



- Renewable energies.
- Change in diet, less meat, more green!
- AI in our everyday life.
- Farm robots.
- More free time for family + friends (by AI and robots).
- Less short-distance flying → more train and ship rides.
- More farm visits during school time.

- Reduce using fossil fuels.
- Plant more energy crops.
- Build better infrastructure for trains.
- More investment for developing AI.

学生G6

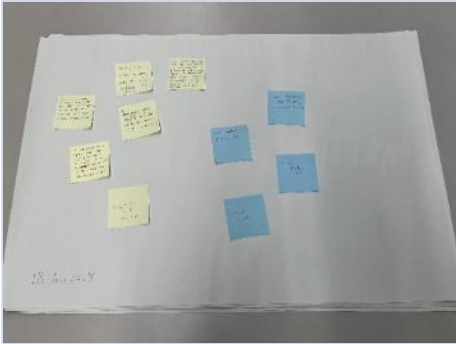


- Consumers are closely connected with producents (producers).
- Data is often common available and connected.
- Specific nitrogen measurements and applications.
- Caring about future is normal thing.
- Consumers know about background of food.

- Make easy and effective rules not more complicated than necessaire (necessary).
- Please keep caring about the future environment, but don't be so worry.
- Use and spread the actual knowledge.
- Please think about both your happiness and future happiness.

参加者とプレゼン

学生G7



2054年の世界

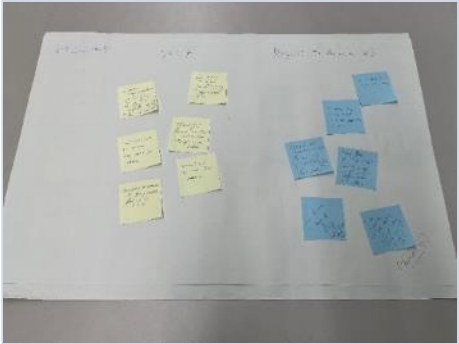
- Generating energy by solar and atoms rather than burning fossil fuel, no emissions.
- Robot measurements of soil nitrogen levels. Robot measure the amount of nitrogen at every placing time which dictator the actual amount of nitrogen to be added ensuring there are no excess and hence no losses.
- Farmers use farm machinery with filters that alter the nitrogen gases on top soils ensuring no nitrogen losses through emissions.
- Global legislation in using electronic cars and farm machinery ensuring no emissions.
- An established farm system that collects and filters nitrogen in leachates which are reused in the farm recycling the nitrogen in farm.
- Changed the world (better place).

2024年へのメッセージ

- Global collaboration on legislation guiding on nitrogen use efficiency.
- Stop deforestation. Plant more trees.
- Increase fertilizer use.
- Climate change.

参加者とプレゼン

専門家G1



2054年の世界

- Intensive indoor production with high efficiency for vegetable and fruit crops with low land + resource footprint.
- Food available to everyone, quantity and quality → SDGs achieved.
- Rural areas with micro structures, more space for nature.
- Efficient food system connected to cultural values and ecosystem service values.
- Humanity reconnected into food production for social cohesion.
- Automatization of some field measurement.

2024年へのメッセージ

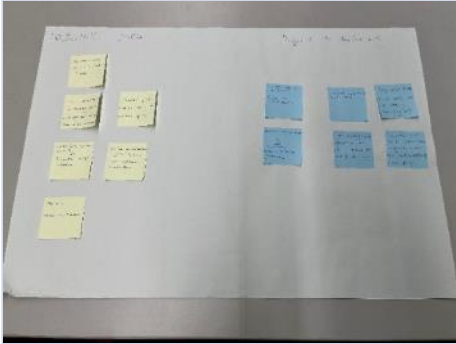
- Use AI wisely to integrate existing knowledge.
- Transdisciplinarity is key to come to system perfective and solutions.
- Connect all aspects of society for equitable and healthy (environment and humans) focal systems.
- Avoid looking for “silver bullet” solutions → lots of solution for different global food systems.
- More women in change of change, no distinction against race etc.
- Take responsibility for your action → you can change your life and that of others, Futurability.

参加者とプレゼン

2054年の世界

2024年へのメッセージ

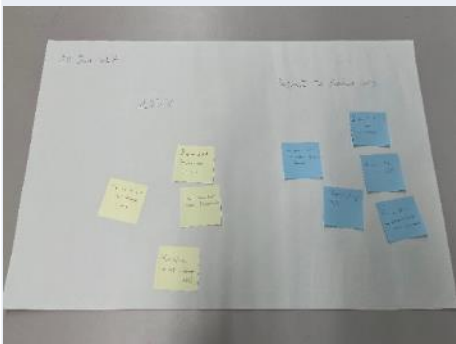
専門家G2



- Astronomy discovery for more living planets.
- Indoor infrastructures for planting plants and vegetables along room walls and roofs.
- Advanced genetic techniques to rebuild damaged species.
- Smaller urban areas versus bigger rural areas.
- More connection with nature less urban mindset.
- No war, more happiness.

- Communicate science, educate citizens.
- Lower footprint solutions.
- Better management versus less regulation, prohibitions, and sanctions.
- Policy maker should also do real case study instead of analyzing only.
- More fundings and reputations should give to researcher who did field study.
- Science and Nature journal(s) should be regarded as only social media-expressing science ways.

専門家G3



- Japan would be a horrible country.
- The world will not change much.
- More connected, more disconnected.
- Agriculture is not a hard work.

- ↓threshold for happiness (幸せを感じる閾値を下げよ, の意)
- Do your best in radius of your influence.
- Fulfill the UN SDGs.
- Educate young people.
- Try to learn the diversity or various opinions.

まとめと今後の課題

- **窒素問題**: 私たちの窒素利用が窒素汚染を伴うトレードオフ
 - 窒素利用: 肥料, 工業原料, そしてエネルギー資源
 - 窒素汚染: 地球温暖化, 成層圏オゾン破壊, 大気・水質汚染, 富栄養化, 酸性化
- **どう解決する?**: 技術・政策・行動変容を併せた窒素管理 → **FDに期待**
- **体験パッケージの課題**: 体験から先をどう導く・導けるのか?
- **チャンネル**: 林は国内外の窒素管理にチャンネルを有する(例: GPNM, WGN, INI, INMS, 環境省・農水省など); FD導入にも挑戦したい; FDコミュニティが本気で協力してくれると大変にありがたい
- **国際窒素会議**: INI主催, 第10回会議(N2026)は2026年11月2日~6日に国立京都国際会館で予定(林が組織委員長); FDセッションも立ち上がると大いにありがたい

謝辞

FD体験パッケージ制作およびオーフス窒素ワークショップにおけるイベント実施は、中川善典さん、一原雅子さん、西條辰義さん、齋木真琴さん、京井尋佑さん、木村文子さんと共に行いました。心より御礼申し上げます。

この取り組みは、地球研「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」(Sustai-N-able)プロジェクトの一環として実施しました。

気になることなどありましたら以下までどうぞ。

kentaroh@chikyu.ac.jp



Sustai-N-able
RIHN 14200156