

2026年3月14日
水資源環境学会2025年度冬季研究会
長岡京中央生涯学習センター

「廃棄物めがね」でみた未来の姿

公益財団法人千里リサイクルプラザ理事長
立命館大学名誉教授
小幡 範雄

都市環境の蘇生－破局からの青写真(1975年)

第一章 都市環境のゆくえ

「廃棄物めがね」をかける

破局から現在を見る

廃棄物環境の構造調査

廃棄物環境調査の具体例

くず鉄のゆくえと蓄積限界

限界への足どり

飽和人口論にかわるもの

活動量の変遷－大阪のゴーストタウン化

若年族・手ぶら族・かばん族・観光族

末石富太郎 著

都市環境の蘇生

破局からの青写真

中公新書

405

見えないものを見る —廃棄物めがねの使い方—

末石 富太郎*

私は中学生のころ、次のような他愛もないモデルを考えて、ひとりで悦にいていたことがある。「私達人間は、五感を通じて認識しているこの世の現象を、それが実際に起こってから一定の時間間隔だけ遅れて知覚している」という仮定である。光の速さは物理の法則にしたがっているのはもちろんだが、人間のもっている知覚装置だけが常に10秒なら10秒だけ正確に遅れると考えるのである。たとえば、手にもったごみをどこかに捨てようとする、そして空地にごみを捨てる、それを見る、最後にきたないなと感じたとする。これだけの行動と情景は、自分自身とごみと空地との相対関係として発生し

至る認識の制御のしかたに大きな違いがあることがわかる。将来を洞察するためには尺度を変えてみなければならぬ。

このモデルは要するに、普通の方法では見えないものを見るための仮説であるから、人間の中に10秒遅れのシステムが存在しないのであれば、大脳の外のどこか未知のところに持出して考えればよい。この未知器官までの距離によって、遅れ時間は10秒でも1日でもまた10年でもかまわないのである。

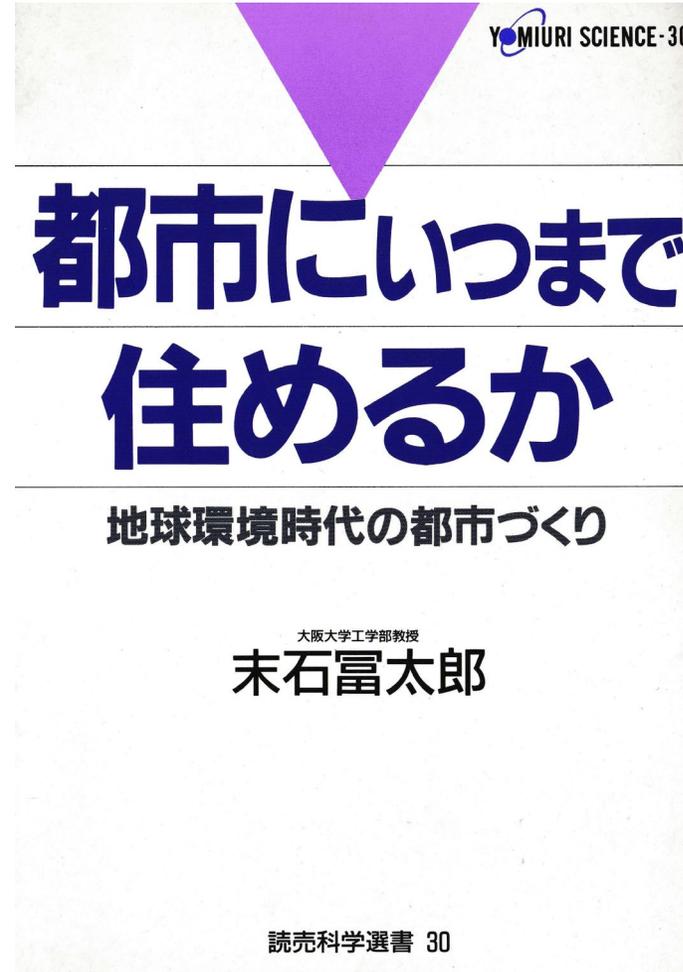
★ ★ ★

世の中には同じことを考えている人がいるものである。食糧問題で有名な西丸震也氏の小説

都市環境の蘇生—破局からの青写真

昭和四十二年(1967年)六月のある前、私は大阪発高松行全日空便の窓ぎわに席をとった。～中略～飛行機が離陸するとすぐ、にぶく光る淀川の向うに大阪の市内が見えた。その日はよく晴れていたけれど、大阪の上空はやはりスモッグでどんよりとかすんでおり、その眺めは、大阪市内のビルからいつも見るものとそう変りはなかった。～中略～飛行機がぐっと旋回をして、ひとりでに真下を眺めることになった時、私は思わずあっと叫びそうになった。それは豊中か尼崎の街並なのだろうが、地上で電車や自動車からいつも見慣れた眺めとは全然違っていた。都市の繁栄の象徴ともいえるたくさんの住宅の赤や青の屋根瓦が太陽の光を反射してはいたが、私にはどういうわけか、「大変だ、これはみなごみだ」と見えてしまったのである。

都市にいつまで住めるか: 地球環境時代の都市づくり(1990年)



「廃棄物めがね」をかけるというのは私の造語で、～中略～、まったく意図的にではなく「これはみなゴミだ」と思ったのがこの由来です。町の家々が撒き散らしたゴミのように見えたのです。空から地上を見ると、日常地面に這いつくばって虫の目で事物を観察している状態に比べ、いわゆる鳥の目でモノを見ることができるので、全然違った視点をもつことができるのです。

1960年代の環境状況

東京ごみ戦争

1950年代後半から1970年代にかけて、江東区と杉並区の間で起きたごみの処理・処分に関する紛争を指す。1971年に東京都知事美濃部亮吉が「ごみ戦争宣言」を行ったことで「ゴミ戦争」がトピック。



年の暮れ新しい埋め立て地を視察する美濃部都知事

懸案一つも解決せず
ゴミ戦争が、今年も法務部政
大の議題だった。だが、杉並区
工場問題などの懸案事項は同一
解決できなかった。今年新たに掘

起された問題も、マンモス都
市・東京の「アキバ」をとりま
来年の都政をめぐり、激しい
たのは一言中絶。無公害と
都ごみ処理の汚損土壌が、大阪の
塩化水素、硫酸酸化物、窒素酸化物、
臭素酸化物を上回るカドミウ
ム、鉛が突出した。
公営の防衛行政が軍部の災
難部知事、若くはその公費を
し、トヨタ、三菱、日産、ホン
ダ、富士重工業の工場が、
右のゴミを分別して集める分
別処理を、二十区全域で実施
するを要求したが、取り戻し
理を「カーに設置してほしい」
部知事案例の中の「適正処理困難
物」に指定する提案を拒否した。
八年越しにも続けた杉並区
工場問題は、このように激しい
住居の反対運動を一段とあつ
た。同工場用地の指定を求めた
いた「杉並区工場用地の建設に
する地区環境改善（環境・高橋正
雄）をめぐって、環境部は五月、
大府政に、住居再建、環境改
善した。既に杉並区は五月、
環境部のゴミ処理センターの
戦争は激戦状態に入った。
（この中で、同工場用地は
び杉並区東部地区、八尾区
は環境部知事（野村成徳）の
野村成徳の懸念が、「メ」

「ゴミ停戦、道遠い」

都民の意識革命も宙ぶらりん

読売新聞1973年12月28日



恩智川は柏原市の山間部を源とし、八尾市と東大阪市を経て大東市で寝屋川に流れ込む1級河川である。1960年代には府内の河川の多くがそうであったように、水質汚染で悩まされていた。

毎日新聞2023年11月9日

廃棄物めがねの由来

今、自分は生きて歩いている。しかし、多分僕はもう死んでいるのだ。今やられた。しかし、それをまだ感覚器官が、知覚していない。知覚が体の中を通ってくる神経回路は必ず20秒か30秒かかかっているのだ。だから、僕はまだ生きていると思っているけれども、30秒後には死ぬ。本当は死んでいるのだ、まだ生きていると思っているだけだ。こういうことでも考えておらないとしようがなかったのでしょうね。

このような経験からつけた名前が「**廃棄物めがね**」です。一つだけいい名前を付けたのだと言わせていただければ、これが「**廃棄物めがね**」でありまして、つまらん建物を建てたら「それは**ゴミだ**」ということを建築家仲間で言い始めたそうです。

大阪大学工学部最終講義「未完成品の引き出し中から」(1991)

末石富太郎先生覚え書き

平成 3 年 6 月 29 日

末石富太郎先生の退官と還暦を記念し、
今後の御活躍を祝う会

廃棄物めがねの発想のきっかけ

- ・都市の俯瞰体験
- ・潜在的リスクの可視化
- ・時間をずらす発想
- ・長期的視点の必要性

廃棄物めがねと潜在の本質

財物は廃棄物眼鏡で見ればすべて潜在廃棄物である。
基本的要因の時間変化に従って見れば、購入時の主観的価値と市場価値(前者>後者)は使用とともに低下するが、主観的価値を失って廃棄され、廃棄物となるまでの間の財物が潜在廃棄物である。

廃棄物めがねでの見え方

廃棄物めがね: 生産・消費・廃棄の一連の過程を、最終段階（廃棄・処理）から逆照射する視座。

逆照射の視点: 生産や消費」という光の当たる側ではなく、その影である「廃棄物」から社会を見ることで、資源の浪費構造や社会の矛盾を逆照射する。

外部不経済の可視化: 合理的・効率的に見える制度や技術が、実は外部不経済を構造的に転嫁していることを可視化。

物質代謝の可視化: 蛇口（生産）から出る量ではなく、排水溝（廃棄）に溜まるものを見ることで、システム全体の健全性を測る。

広域・長期的責任: 捨てられたものがどこへ行き、将来誰に影響を与えるかという「空間的・時間的広がり」を重視する。

結果として: ごみ処理の現場、資源制約、環境汚染が社会の周縁に追いやられ、認識から消える。

見える合理性/見えない負荷

上層: 可視	下層: 不可視
利便性 効率性 経済成長	廃棄物 資源消費 環境負荷

THE INTERRAL URBAN HOUSE (1979)

末石先生は住宅開発の計画、研究をやっている時にこの本の翻訳を新聞社、編集者に依頼にいったのですが、この本は売れない、社会的インパクトも大きいなどと却下されたようです。

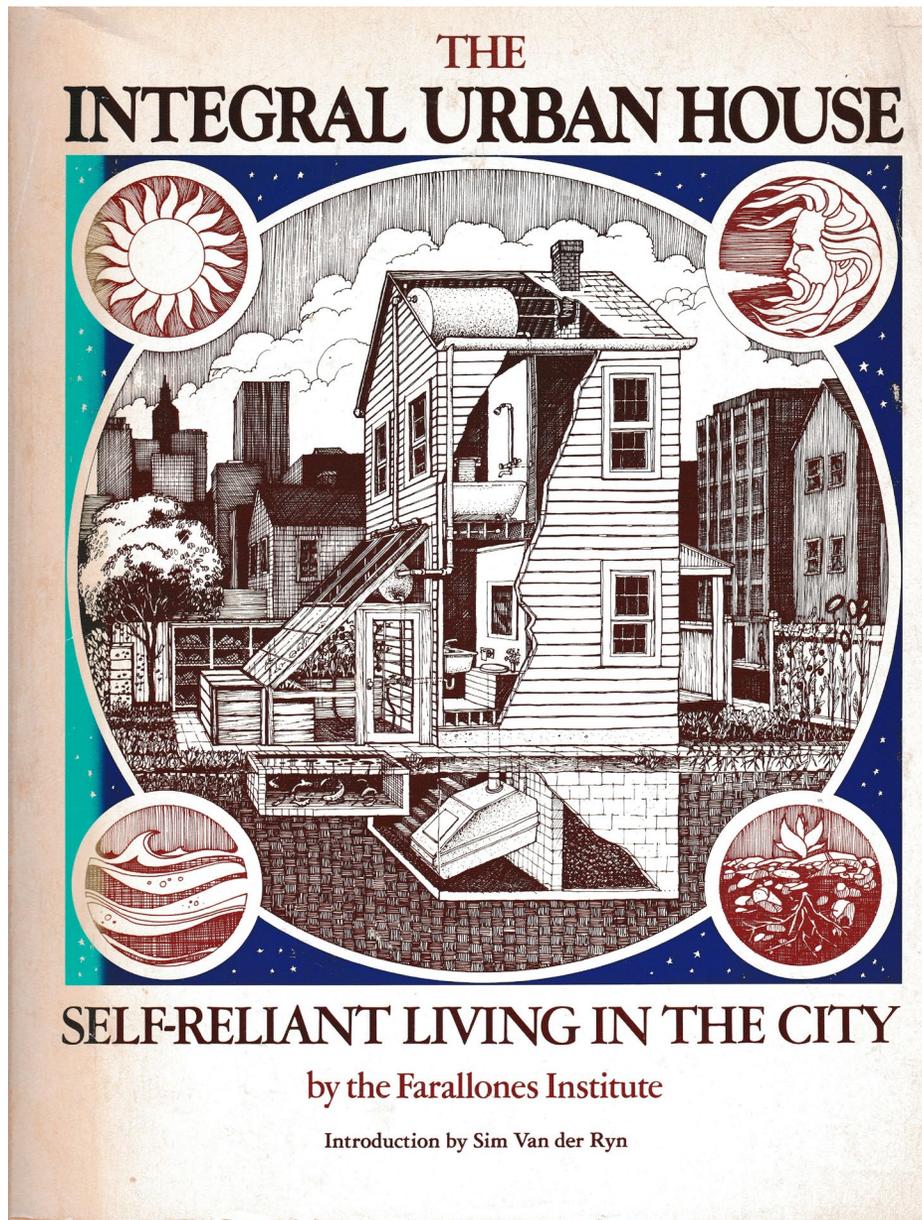
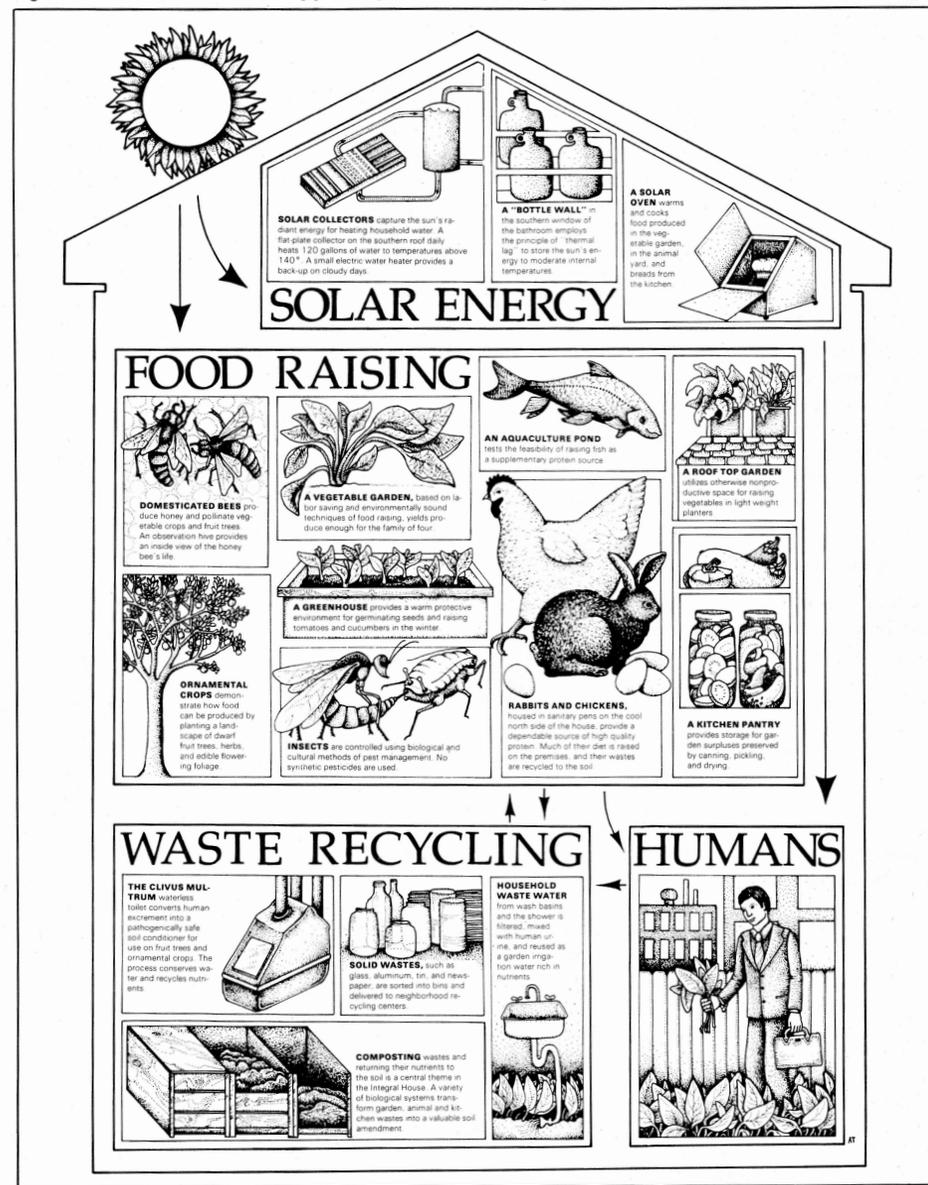


Figure 1-4. Habitat & Life Support System of an Integral Urban House

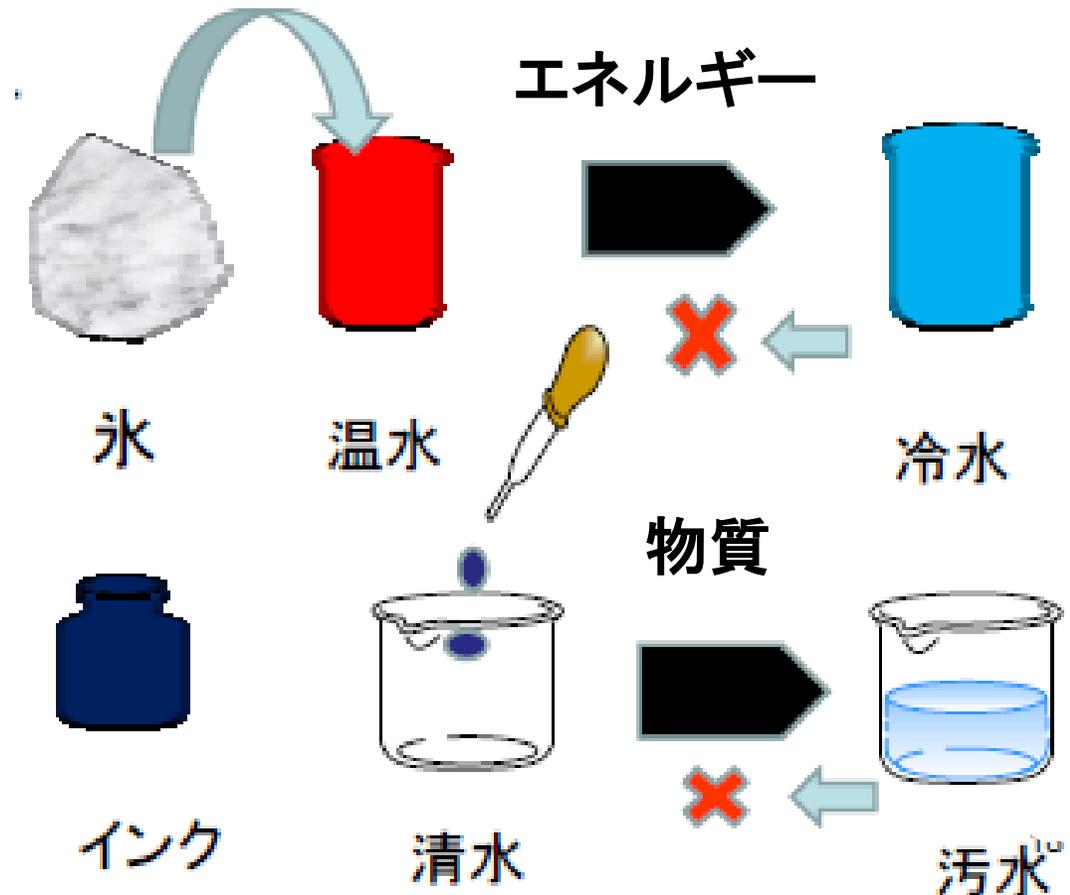


エントロピーからみた環境負荷

エントロピーの法則

- ・ **熱力学第一法則**: エネルギーは増えもしなければ減りもしない(エネルギー保存則)[物質も同じ(物質保存則)]
- ・ **熱力学第二法則**: 熱は必ず高温系から低温系に流れる。低温系から高温系へ流すためには外部から何らかのエネルギーを加え(仕事をし)なければならない[物質も同じ]
- ・ **エントロピー増大則**: 自然界の現象は必ずエントロピーの増大を伴う
- ・ 比喩的にいえば、エントロピーはエネルギーや物質の汚れ
- ・ **エントロピーはエネルギーの質(仕事をする能力)の指標**。エントロピーの溜まったシステム(生物・社会)は死の世界

自然現の不可逆性ー覆水盆に返らず



エントロピーが低い状態

秩序、整然、高級、美
優秀、確実

不均一、差がある

不安定

利用可能なエネルギー

ポテンシャルが高い

新鮮な情報

→→→→

↑

|

|

|

|

|

|

エントロピーが高い状態

無秩序、乱雑・混沌

低級、醜、劣る、不確実

均一、差がない

安定（平衡状態）

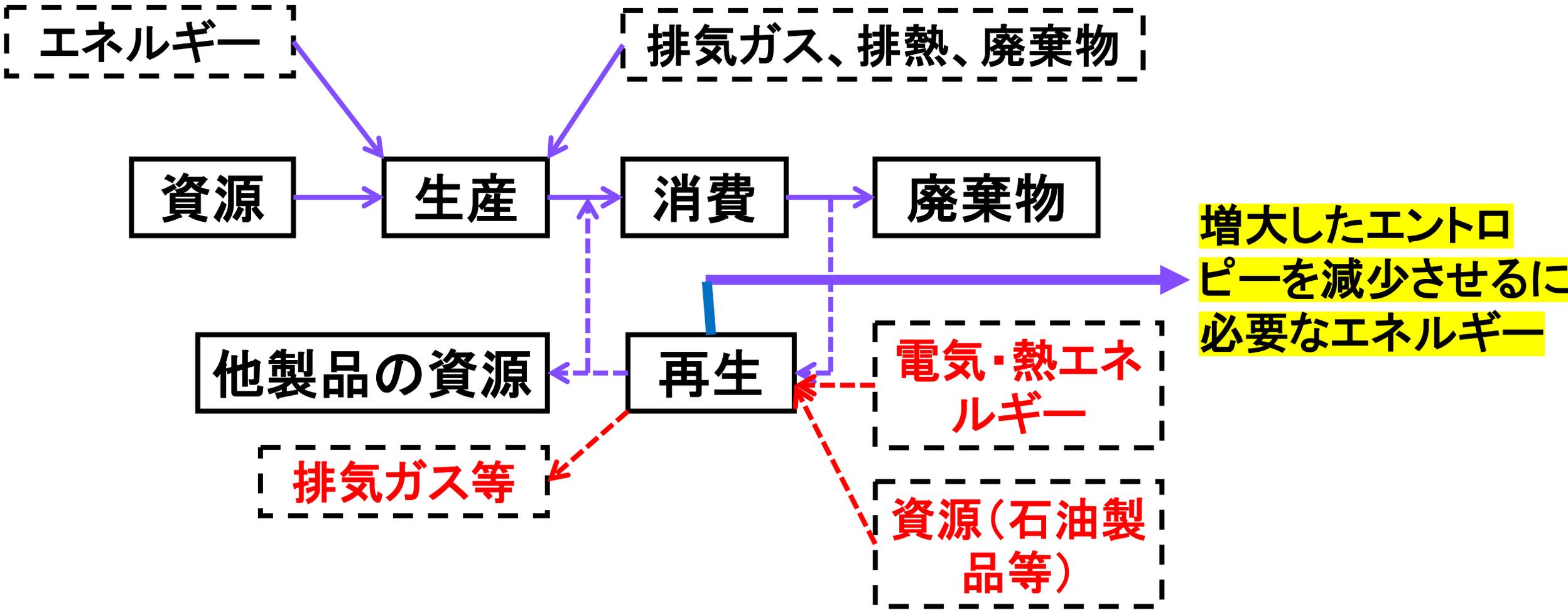
利用価値のないエネルギー

ポテンシャルが低い

陳腐化した情報

『エントロピー増大の法則』

自然のままにほっておくと、エントロピーの低い状態から高い状態へ変化して行き、外から故意に仕事を加えてやらない限り、決してその逆は起らない。



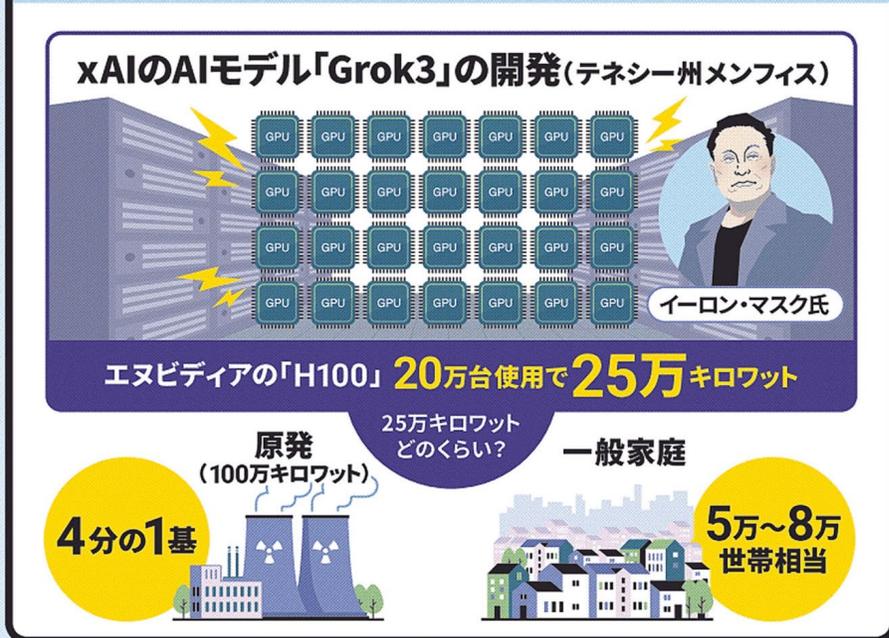
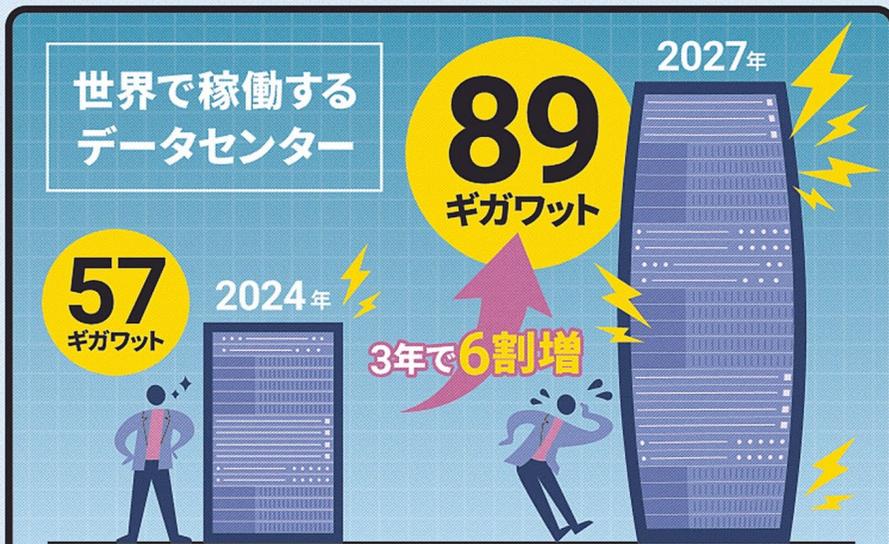
リサイクルに伴う資源やエネルギー

廃棄物めがねでAIの環境負荷を見る

廃棄物めがねの視点	AI環境負荷研究への応用
出口からの制御	「これだけのAI処理をしたい」から考えるのではなく、「この環境(廃棄容量)が許容できるAIハードウェアの量はどれだけか」から逆算する。
物質の履歴書	AIサーバーが廃棄物になった際、その中に含まれるレアメタルが、かつてどこの鉱山で、どのような環境破壊を経て採掘されたかを遡及する。
生活の質と廃棄物	AIによって便利になった生活が、その裏でどれだけ「使い捨てのハードウェア」を強要しているかという、豊かさの質的評価を行う。

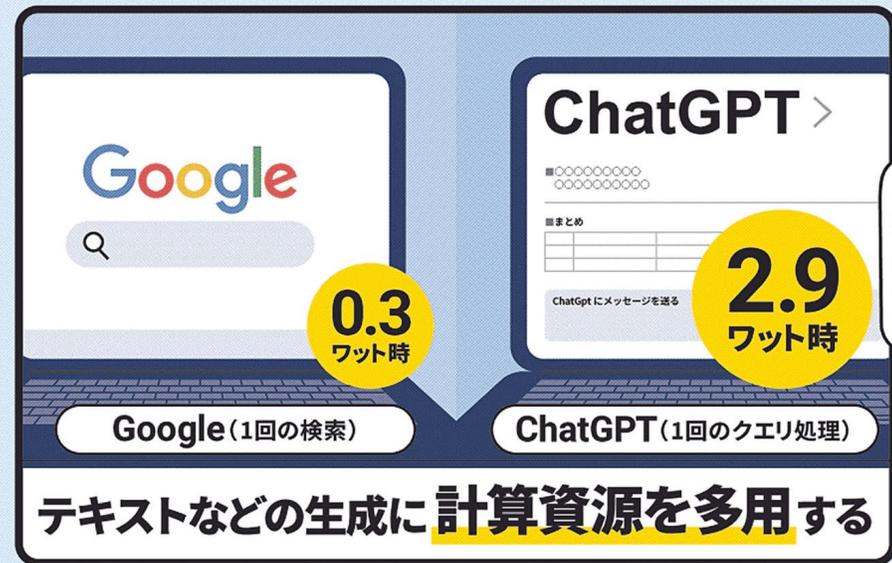
AIが「爆食」する電力

① AI学習でデータセンターが大量消費



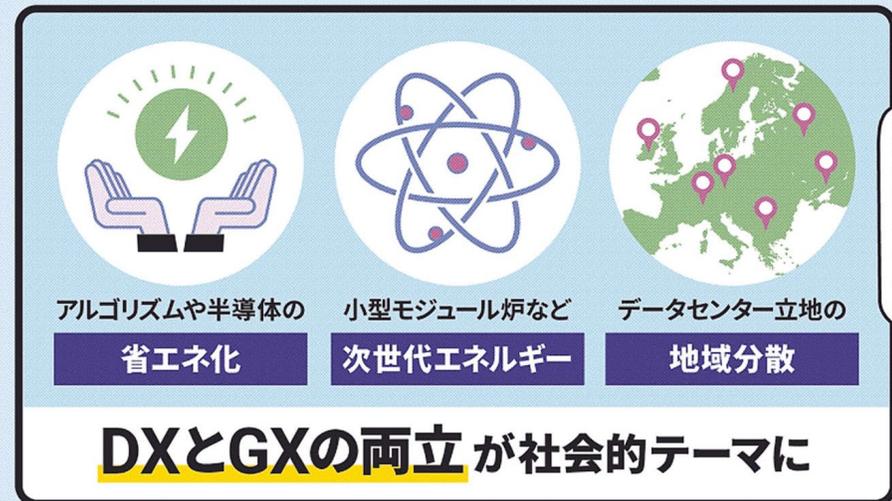
注: データセンターの稼働の出所は米ゴールドマン・サックス、各年の10~12月時点

② ChatGPTはネット検索の10倍



出所: 国際エネルギー機関(IEA)

③ エネルギーや立地戦略が解決のカギ

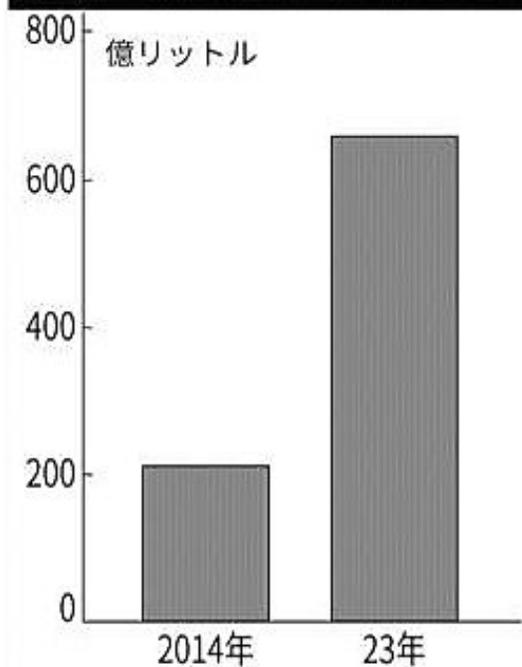


デザイン制作協力 hacosan

水をがぶ飲みするAI(データセンター)

- ・米ローレンス・バークレー国立研究所によると米国のデータセンターが2023年に使った水の量は660億リットルと9年で3倍。
- ・日本の人口50万人分の年間の生活用水に匹敵。
- ・電力や半導体の製造に使う水の量を含むとさらに膨らむ。

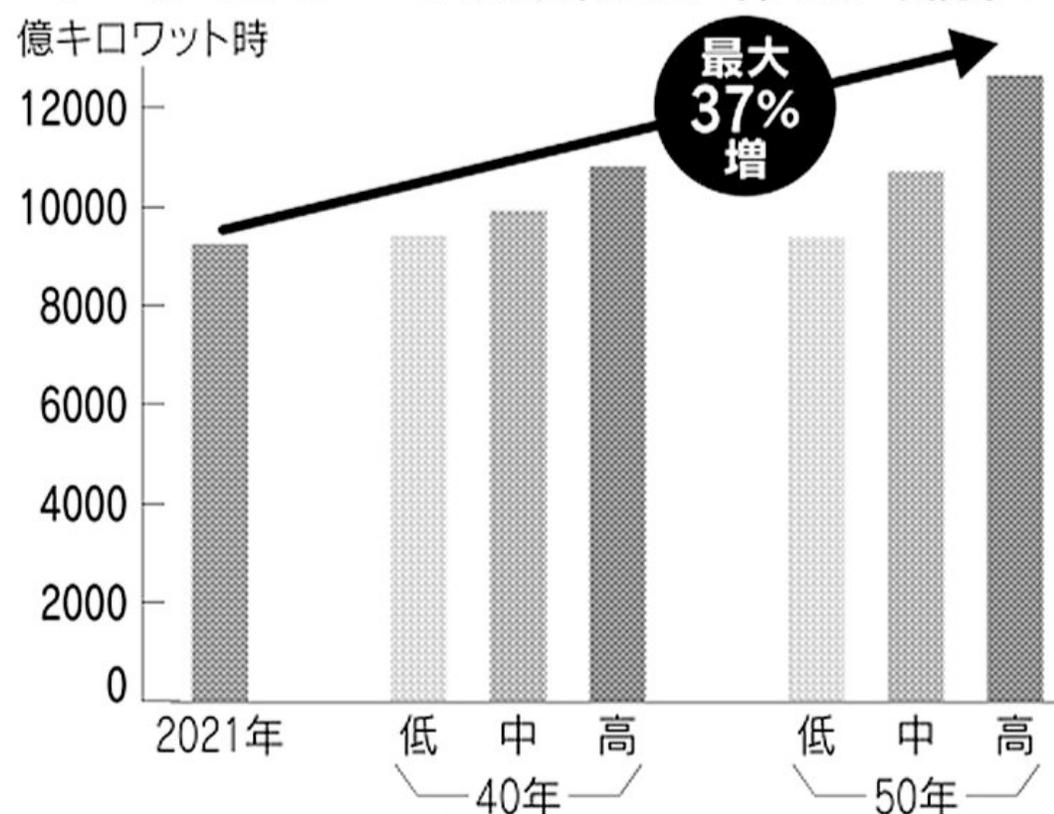
米データセンターの水使用量



米、50万人分「がぶ飲み」

(出所)米ローレンス・バークレー国立研究所

データセンターで電力消費が増える可能性



最大
37%
増

(注) 出所は電力中央研究所、データセンターを含む電力消費の全体量

AIの電力使用量は日本の総電力使用量を少し上回る

データセンターは2024年の世界の電力消費の約1.5%、**415TWh**を占める。2024年の世界のデータセンター電力消費の最大の割合は米国(45%)で、次いで中国(25%)、ヨーロッパ(15%)が続く。

世界的には、2017年以降データセンターの電力消費量は年間約12%増加しており、**総電力消費速度の4倍以上**。

データセンターの電力消費量は2030年までに約**945TWh**に倍増する見込み。これは**現在の日本の総電力消費量をわずかに上回る数字**。

こうしたデータセンターの電力需要増に対応する電力としては、再生可能エネルギーと天然ガスが、コスト競争力と市場での入手可能性の点から、主導権を握る見通し。AIの普及はデータセンターの電力需要の急増につながる一方で、コスト削減、競争力強化、排出量削減の大きな機会をもたらす可能性もある点も指摘。

生成AIで水枯渇リスクが顕在化

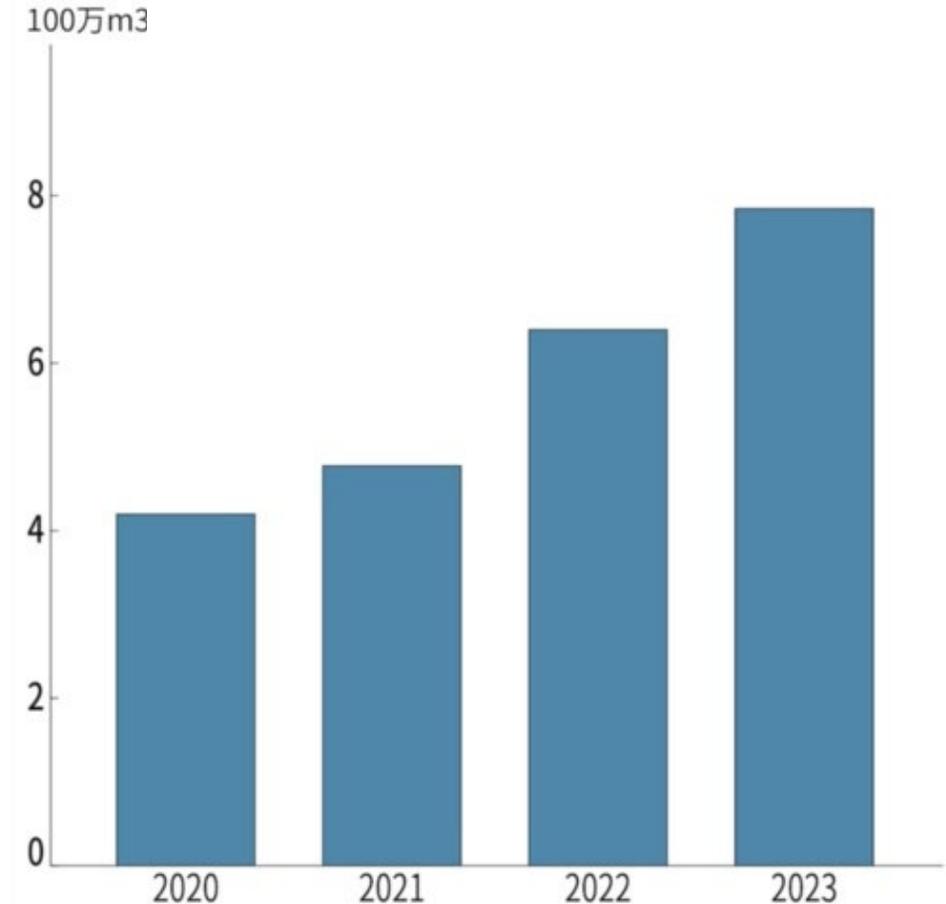
AIの利用に当たってどの程度の水が必要か

カリフォルニア大学リバーサイド校の研究者は、マイクロソフトの最新の米国内データセンターを利用すると仮定した場合、GPT-3を利用した推論では、**10～50回のクエリーごとにペットボトル1本分(500ml)が必要と推定。**

2027年までにAI需要に対応するサーバー冷却用と発電用で年間42億～66億m³の取水が必要になるという。これは**英国の年間取水量の半分に相当する規模。**

マイクロソフトの水使用量の推移

(出典: Microsoft: 2024年5月に公表した環境報告書)



出典: 日経クロステック2024.08.27

私たちの身の回りにおけるレアメタル



医療機器 (MRI等)

テレビ

デジタルカメラ

パソコン等

携帯電話・スマートフォン

産業機械等

自動車

航空機

次世代自動車 (電気・ハイブリッド等)

高機能材

製品の小型軽量化・省エネ化・環境対策

特殊鋼

液晶

電子部品
(IC, 半導体,
接点等)

希土類磁石
小型モータ

小型二次電池
(リチウムイオン電池、
ニッケル水素電池)

超硬工具

排気ガス浄化

展伸材用
スポンジ
チタン

ニッケル
クロム
タングステン
マンガン等

インジウム
レアアース
(セリウム)等

ガリウム
タンタル
等

レアアース
(ネオジム、ジス
フロシウム)等

リチウム
コバルト等

タングステン
バナジウム等

フラチナ等

チタン

金属資源の枯渇リスク

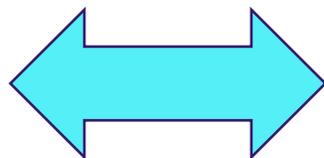
国立研究開発法人物質・材料研究機構は、レアメタルに限らず、2050年までに多くの種類の金属が現在の埋蔵量では不足と予測。

可採年数

原油：50.2年

石炭：134年

天然ガス：52.6年



2050年までに
現有埋蔵量を
ほぼ使い切るもの

Fe、Mo、W、Co、Pt、Pd

2050年までに
現有埋蔵量の数倍以上の
使用量となるもの

Ni、Mn、Li、In、Ga

2050年までに
埋蔵量ベースを
超えるもの

Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Sn

化石燃料、枯渇しないの？採掘技術の進歩で「延命」：日経新聞2020年2月3日夕刊

※静的耐用年数=現有埋蔵量／現在の年間消費量

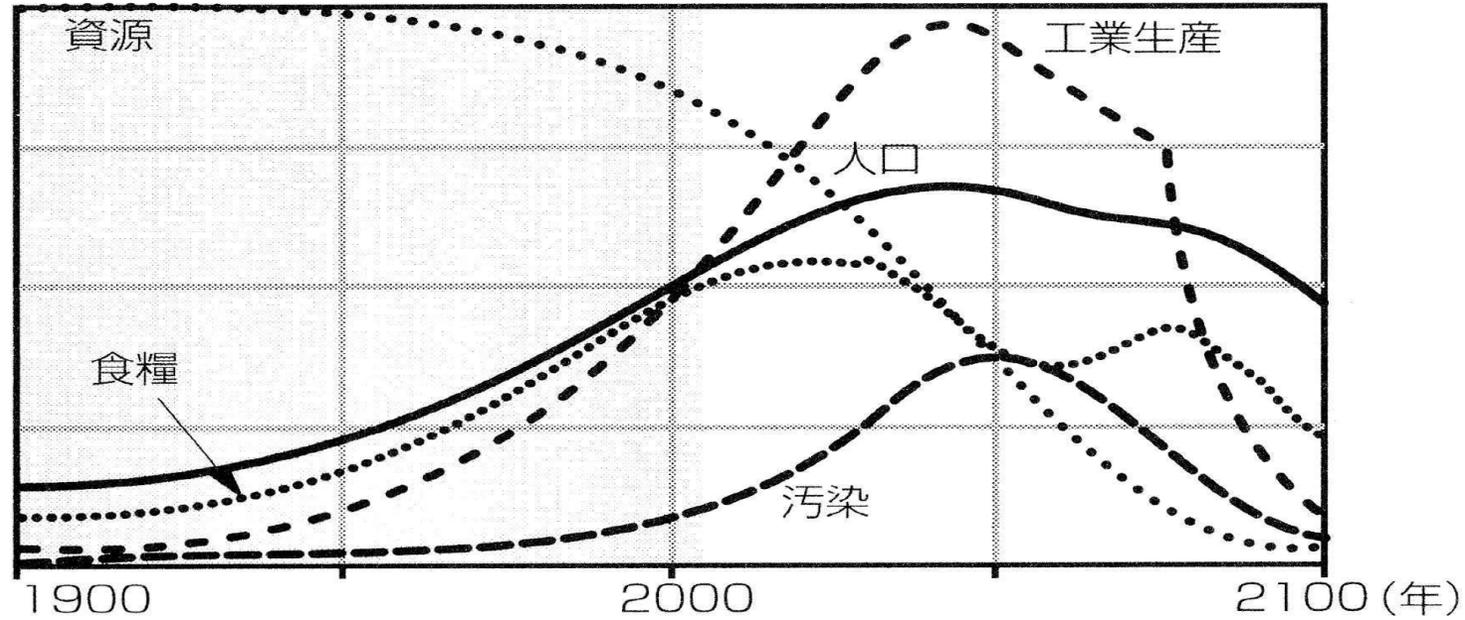
出典：(国研) 物質・材料研究機構

モリブデン (Mo)、タングステン (W)、コバルト (Co)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)
ニッケル (Ni)、マンガン (Mn)、リチウム (Li)、インジウム (In)、ガリウム (Ga)

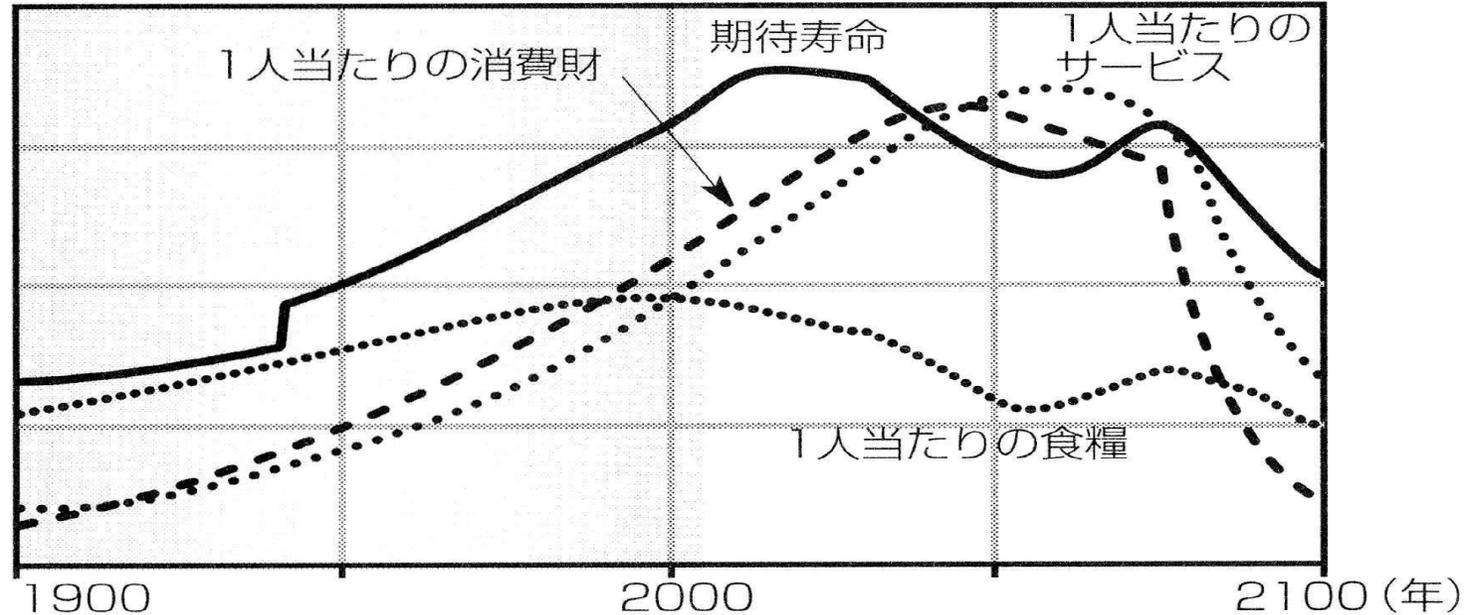
地球全体のシミュレーション

入手可能な再生不可能な資源が
より多く汚染除去技術がある場合

地球の状況



物質的な生活水準



成長の限界 人類の選択: デニス・メドウズ 他、
ダイヤモンド社 (2005年)

様々な建物・道路などが破壊が重なった時 — 平時の時の50～80倍の廃棄物の発生 —

岩手県の災害廃棄物の状況

	対象市町村	地区・ブロック等名称	災害廃棄物		津波堆積物
			総量 (千t)	平常比時 較との比 較(年分)	総量 (千t)
岩手県	野田村	久慈地区	121	79	46
	田野畑村	宮古地区	669	59	254
	岩泉町 宮古市				
	山田町	山田池区	423	78	59
	大槌町	大槌地区	453	56	206
	釜石市		753	66	192
	大船渡市		624	71	230
	陸前高田市		1078	69	605
	合計		4121		1592

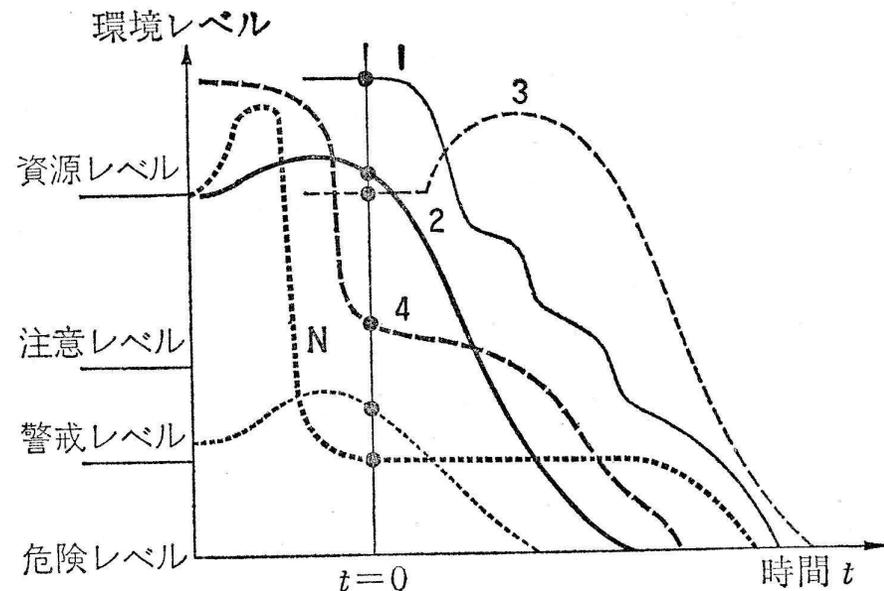


図1 環境を構成する物質の使用価値変化

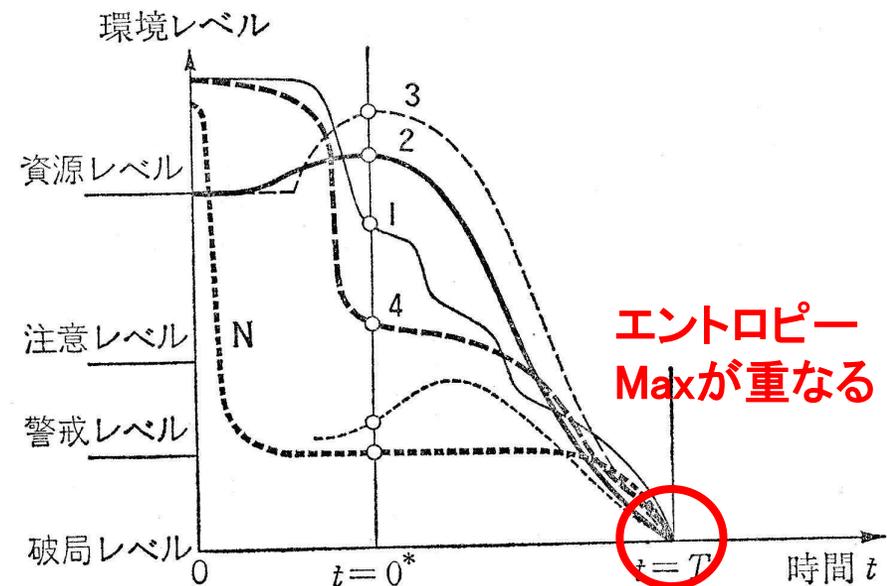


図2 環境構成物質の破局的変化

ファッション業界の廃棄の量

アパレル産業の使用後の廃棄については、

世界で1年間に捨てられてしまう衣類の量(販売時の廃棄も含む)は9200万トン。着数にして約3000億着が捨てられ、最終的に焼却・埋め立。

2030年に世界人口が85億人となると、そのうちの54億人が中所得層のライフスタイルになることから、衣料の年間消費量は2015年の6200万トンから、2030年には1億200万トンに上昇。廃棄に至っては現状の9200万トンから1億3400万トンと今よりも45%も増加する傾向。



「長く着る」は幻想？深刻化する衣類大量廃棄の現状



原因：ファストファッションと「使い捨て」サイクル



服一着の環境負荷 (LCA)

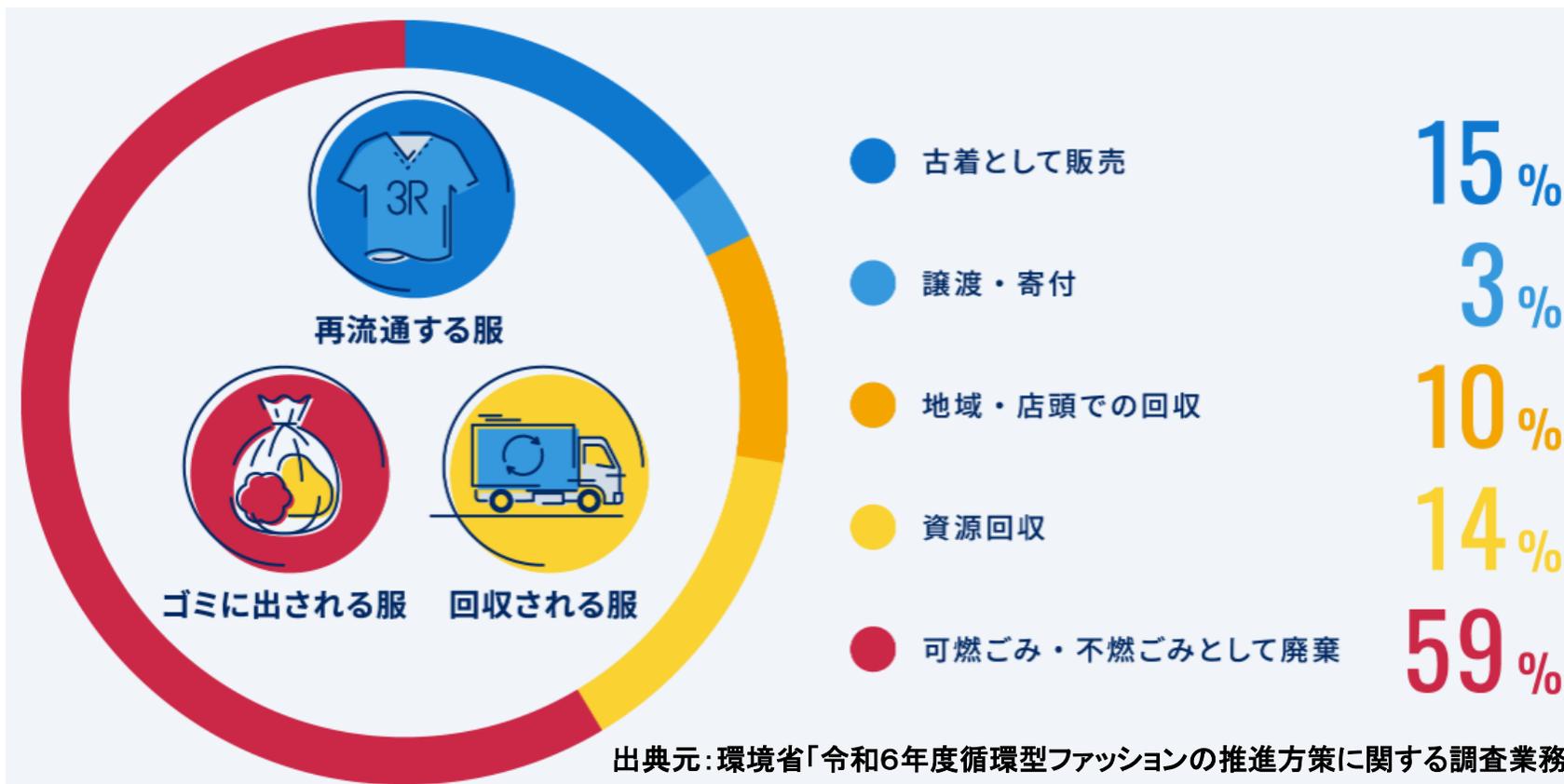


服の消費・利用・廃棄の状況

1人あたり(年間平均)の衣服消費・利用状況



服を手放す手段の分布



廃棄物めがねが示す未来観

＜潜在廃棄物の蓄積＞

現代社会は潜在的な廃棄物の蓄積によって将来の環境破局のリスクが高まっている。

＜時間スケールの観察＞

長期間の視点で現象を観察し、認識の遅れを前提とした分析が重要である。

＜蓄積的赤字構造の可視化＞

都市や社会システムの裏側で進行する水資源問題や経済的限界が明らかになる。

＜政策決定の危険性＞

絶対未来の想定に基づく政策は楽観的すぎて誤りを招く危険性がある。