



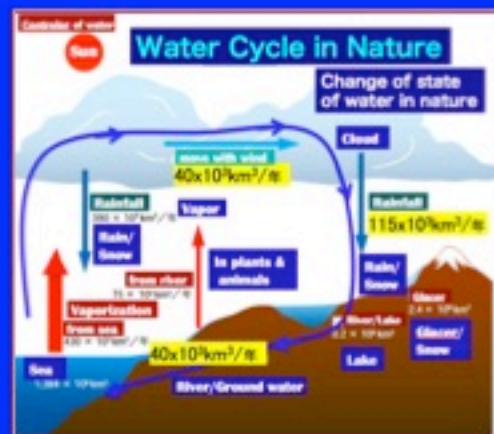
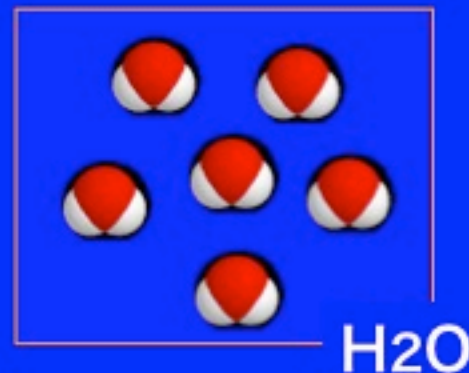
もしも **水** が無かったら・・・

～水と人間のつながりを科学と生活者の視点から考える～

吉野輝雄 国際基督教大学(ICU)

1. 私たちの生活と水との関わり
2. 水の“異常性” (サイエンス)
3. 水が生み, 育み, 支えているもの
4. 水とのつき合い方

日常生活
自然を知る
生命、地球環境
“私”にとっての水



リタイア前

吉野輝雄

ICU 理学科 (化学) 教員
1972年から37年間勤務
2010年に定年退職



ICU理学館

- 研究分野：糖鎖化学 (Glyco-chemistry)
- 教育課題：有機化学、環境研究
一般教育「水」を通じて自然と人間について考える

数学, 物理, 化学, 生物学, 情報科学

<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/waterstage.html>

現 在

- 「水」を通じての市民の科学リテラシー
- NPO法人 CFF(Caring for the Future Foundation) 理事
<http://www.cffjapan.org/about/about.php>
- 教会奉仕 (仙川キリスト教会) <http://www.sengawaC.com>



- 趣味：写真、灯台巡り
青年との対話
- 特技：けん玉、こま



ドイツPilsen灯台

イントロ クイズ

Q: 「世界水の日」はいつ？

「日本の水の日」はいつ？

Q: Lifeの和訳は？（何通りもある）

生命(命)、生活（暮らし）、一生、活気

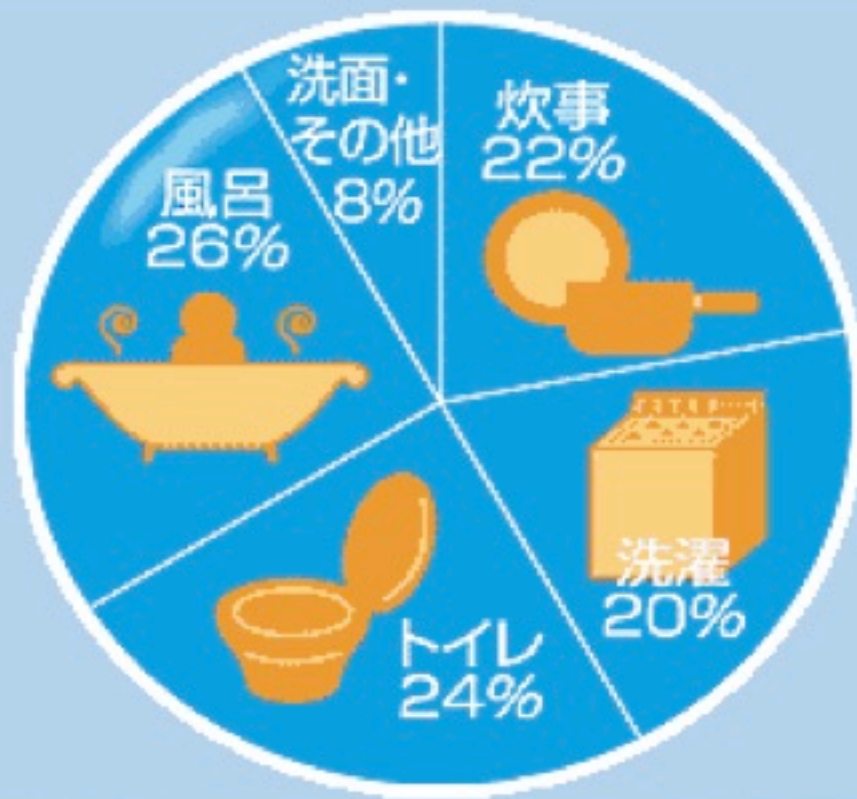
マンダラート 水を多角的に考えるためのワークシート

なまえ:

「a. もしも水がなかったら・ b. なくなったら、c. 今の半分になったら」		「水があるおかげで」		具体例、体験、身近な例を（自由に記入）	
① 命は?	a. 存在しない b. 渇死(死を待たない) c. 草木は萎れ、動物は川辺へ、人は自分第一に	② 生活は?	a. 成り立たない b. 続かない c. パニック! 何はさておき水買いに奔走	③ 社会は?	a. 社会が成立しない b. 崩壊する c. 空前の危機/社会の仕組みの根本変革が急務 水の値段が高騰(弱者、病者は生き辛くなる)
1. 生命が発生、多様な生物に進化・増殖、生命のネットワーク(生態系)ができた。 2. 水を飲み、渴きを潤し、体温を調節し、動きを支えている。 3. 水を含む細胞の中で生命活動が営まれている。 4. 呼吸、食物の消化、生命物質の合成・分解、排泄に関わっている。 (水のどこが命を支えるのか?)		1. 生活水(飲料、食事、洗濯、風呂、冷却、トイレなど)として不可欠。 2. 農業、水産業、食品産業、工業に不可欠 3. 水道、井戸から生活水を確保し、利用後に下水道に流す。 4. 水泳、ボート、潜水、水辺散歩などのレクリエーションに利用。 (あなたの生活は?)		1. 社会(生活、産業、運搬など)を動かす要 2. 水の循環システム(給水-利用-排水)が社会の底を支えている。 3. 産業-政治-経済-企業-教育-日常生活の基本課題 (三鷹市は?)	
⑧ 自分は?	a. 生まれなかった b. 生存確率ゼロ c. 山地(水辺)に移住	① 命は?	② 生活は?	③ 社会は?	④ 日本は?
1. 水と不可分の生活(朝のコーヒーで目覚め、洗顔、シャワー、食事、洗う物など) 2. 料理(炊飯、粉をこねる、野菜類の洗浄、冷却/加温、煮るなど)に不可欠。 3. 「水」は興味尽きない問題で、ライフワークの一つ (あなたと水との付き合い方)		⑧ 自分は?		もし水がなかったら (a, b, c) 水があるおかげで	④ 日本は?
		⑦ 自然は?	⑥ 自然科学・技術は?	⑤ 世界は?	1. 降雨量世界第2位と恵まれているが、自然災害への脅威と対策が常に課題 2. 「水循環基本法」の認識が広がり、生かされる事が重要 3. 「仮想水」の輸入に依存する水需要への対応策が必要。 4. 河川水の高度浄水処理、逆浸透膜法による海水の淡水化技術は世界一。 (今の日本が取り組むべき「水問題」は何か?)
⑦ 自然は?	a. 月面のような枯れた大地、昼夜の温度差300度 b. 生物は死滅し、砂漠化 c. 植物、動物種が激減、気温>50度、雷雨洪水	⑥ 自然科学・技術は?		⑤ 世界は?	a. 人類誕生があり得なかった。 b. 人類は滅び、国が無くなる。 c. 科学技術の全てを阻害しサバイバルを要する
1. 地球=水惑星(希有な星)、水が地球の特性を決めている。 2. 水の総量は太古の昔から不変で、常に地球上を循環している。 3. 大気(気象)、海(気温調節、熱エネルギーの移動)、河川-地下水(動植物の命を支え、浄化、地盤変化)、雨雪水(淡水化、移動、浄化)が地球環境をつくる。 (水が関係する自然の驚異を挙げて?)		1. 「水は万物の根源」と考えた時が科学の始まり。 2. 水の本質を探究する過程が近代科学の確立につながった。 3. どの科学(物化生地他)でも「水」は中心的研究テーマ。 4. 水処理、利用技術、環境保全の課題が21世紀の科学・技術の主要課題。 (水のユニークなところは?)		1. 世界の四大文明は大河のほとりに発生。今の世界各国にとって水との付き合い方は永遠の課題。 2. 水資源の有効利用、分配は人類の未来を決定する主要課題(SDGs)。 3. 「水戦争」の危機を回避する知恵と協定が求められている。 (この世界を維持するために解決すべき「水問題」は?)	

1. 私たちの生活と水との関わり

日常生活の中で見る水



「平成9年度一般家庭水使用目的別実態調査」東京都

2010年のデータは後程

Q: 1日一人当たりの
水使用量は？

1日 300ℓ /人



飲料水:
2.5ℓ /人

水を飲む人
by Barlach

私たちは氷が水に浮かぶことを知っている。

○常識：水はどこにでもあり、ありふれた物質だ！

×非常識：水は特別（異常な）物質！？

どちらが本当か？

氷を水に沈める実験を行う

科学者の予想と解釈は？

「物質は液体から固体になると密度が高くなるので
固体は液体に沈む。」

実験してみよう

液体と固体の密度（比重）



1 cm³の質量
(g/cm³)

液体

固体

水
H-OH

1.000

>

0.917 (0 °C)

エタノール
CH₃CH₂-OH

0.786

<

0.938

(エタノールの融点：-114 °C)

＊ 固体の密度が
液体よりも小さいのは水だけ。

通常の
物質



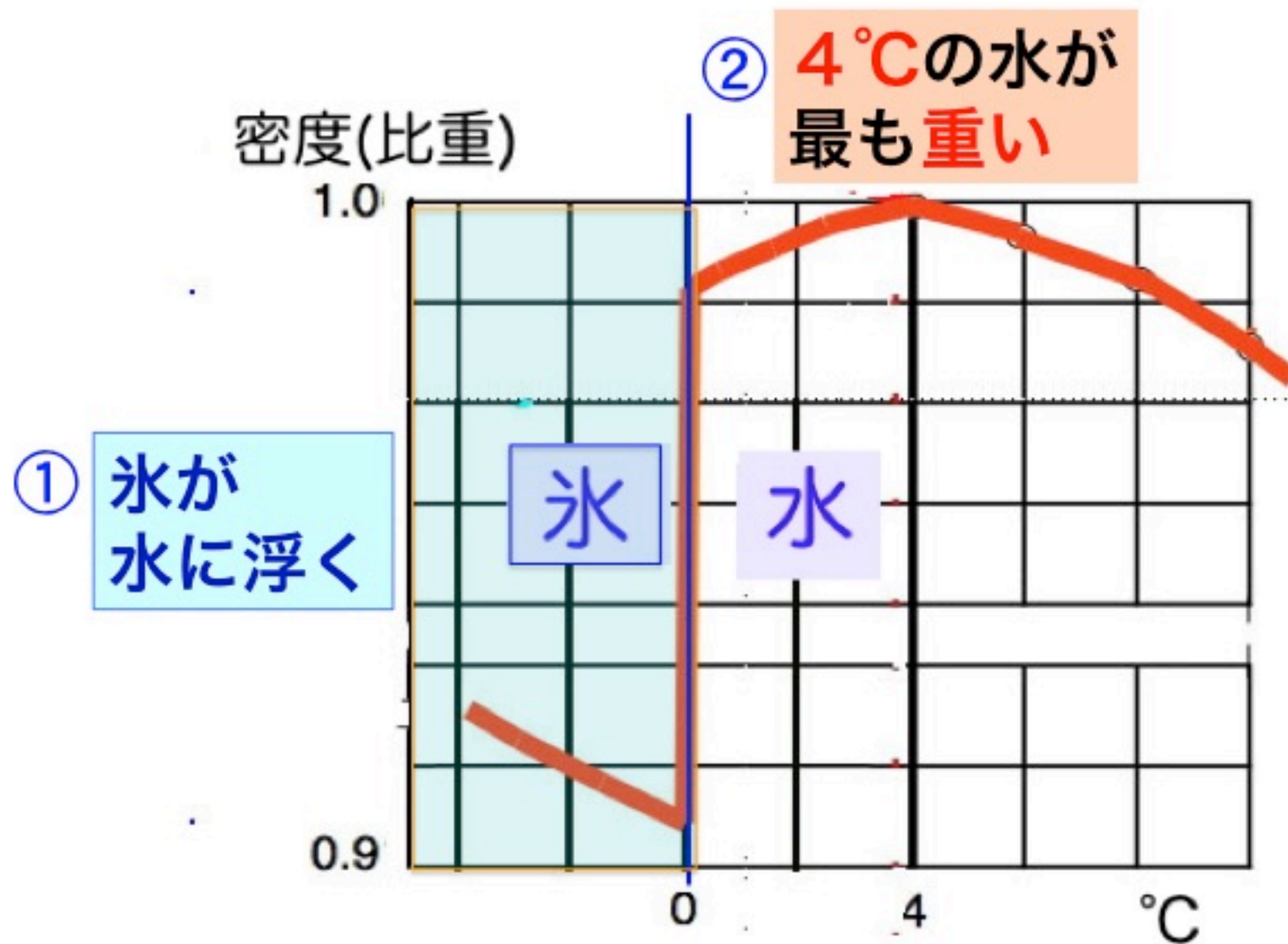
氷山 の一角とは？



<http://www.fcca.jp/gazou/poster/pp-30600.jpg>

氷が水に浮くことは“異常”（ユニーク）と言えないか？

謎解き：水のどこが“異常”なのか？

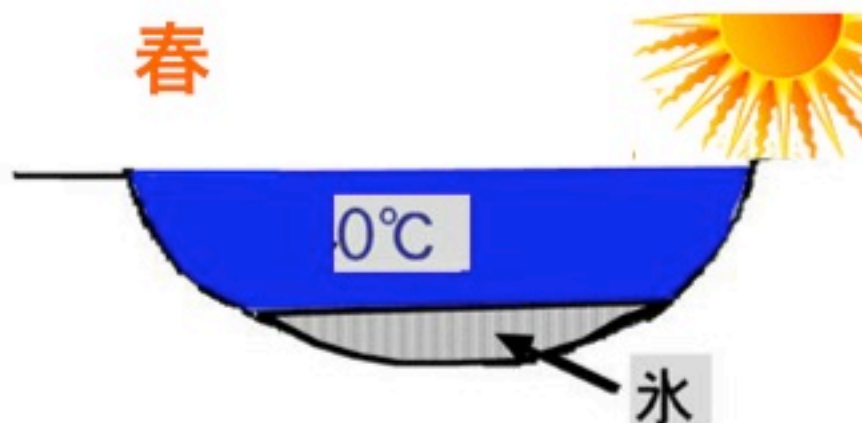
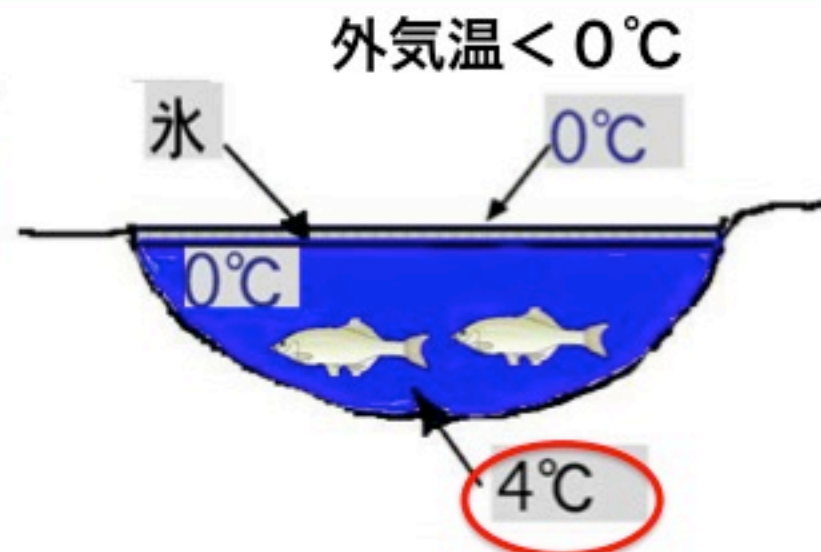


Q： 厳冬（氷点下 15°C ）の釧路湖で
ワカサギはなぜ凍え死なないのか？

湖の表面に氷が厚く張っている
しかし、湖底の水温は 4°C

水が他の物質と同じように
もしも氷の密度が水よりも大
きかったならば---

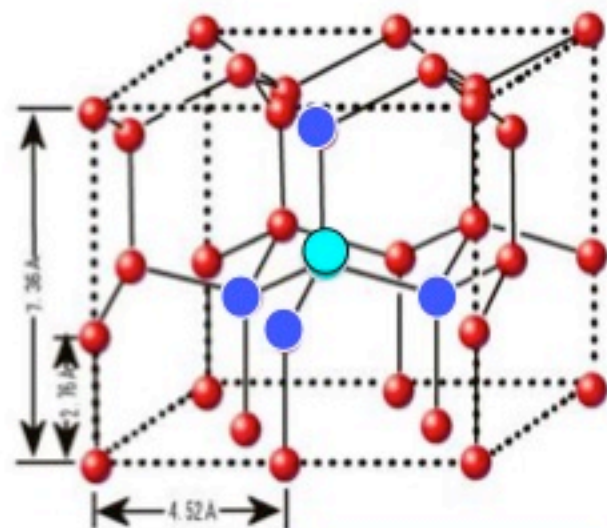
しかも、氷の融解熱は大きい
 80cal/g （融けにくい）



0°C以下：氷の密度が液体の水よりも小さい理由は？

氷になるとダイヤモンド様構造をつくり、
液体状態よりもすき間の多い形になる

http://www25.tok2.com/home/fossil/ice_structure.htm



氷の構造

1個のH₂Oを取り囲む水分子の数

氷： 4

水： 4.4

密度比：氷／水 = $4 / 4.4 = 10 / 11$

(氷になると体積が1/11(9%)増える)

a. 水の溶解能力は大きい

河川水

日本の河川水（小林）と世界の河川水（リビングストーン）の平均化学組成の比較

ミネラル
(金属
陽イオン)

		日 本	世 界
蒸 発 残 渣		74.8 mg/l	100 mg/l
ミネラル (金属 陽イオン)	ナトリウムイオン (Na ⁺)	9.41%	5.79%
	カリウムイオン (K ⁺)	1.68	2.12
	マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	2.70	3.41
	カルシウムイオン (Ca ²⁺)	12.5	20.39
陰イオン	塩素イオン (Cl ⁻)	軟水 硬水	
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)		
	炭酸イオン (CO ₃ ²⁻)	21.6	35.15
	溶存ケイ酸 (SiO ₂)	26.84	11.67
	硝酸態チッ素 (NO ₃ ⁻ -N)	1.63	0.6

汚染水も

海水 あらゆる物質が溶けている

・ 3.5%の塩（ミネラル）溶液

–	NaCl	塩化ナトリウム	77.5%
–	MgCl₂	塩化マグネシウム	10.9
–	MgSO₄	硫酸マグネシウム	4.7
–	CaSO₄	硫酸カルシウム	3.6
–	K₂SO₄	硫酸カリウム	2.5

- 60種以上の元素が溶けている。
- 有機物（生物の生産物、排泄物、食べカス）
- 気体(二酸化炭素 CO_2 , 酸素 O_2)も
(DDT, PCBすら) 溶けている。

水道の源水 は河川

今、水質汚染原因の**80%**は
家庭排水



河川

これだけの汚れの元を水に流したら？

魚が住める水質(BOD^(注) 5mg/L)にするために必要な水の量は…お風呂何杯分？

 = 300L

	しょう油(濃い口) 大さじ1杯(15mL)		1.7 杯
	みそ汁(具なし) お椀1杯(200mL)		2.5 杯
	牛乳 コップ1杯(180mL)		13 杯
	マヨネーズ 大さじ1杯(15mL)		13 杯
	天ぷら油 (使った油 500mL)		560 ※ 杯

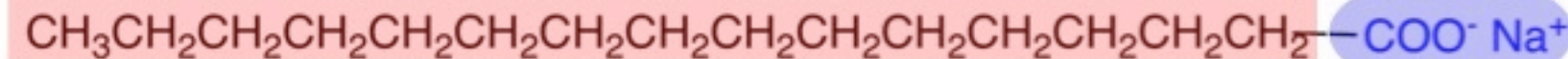
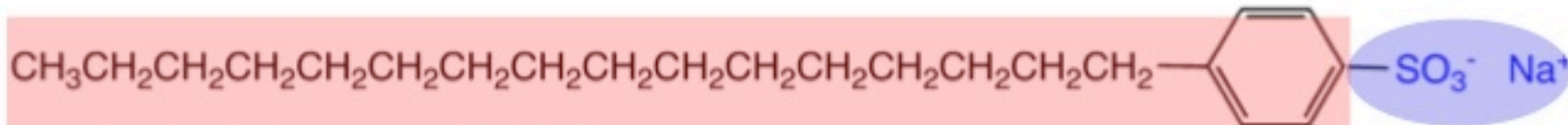
資料「とりもどそうわたしたちの川を海を」(東京都環境局)から引用。ただし※は国立環境研究所資料

(注) BODとは、水質汚濁の度合いを表す指標です。

水には汚れを落とす力がある

- A. 水に溶ける汚れは、**水（お湯）** で
- B. 水に溶けない(油性の)汚れは、**洗剤**で
- C. 布にしみ込んだ汚れは **？** **洗濯**で

洗濯の原理 洗剤の役割は？

[illegible][illegible]

LAS(ABS)

親油基

親水基

界面活性剤＝洗剤

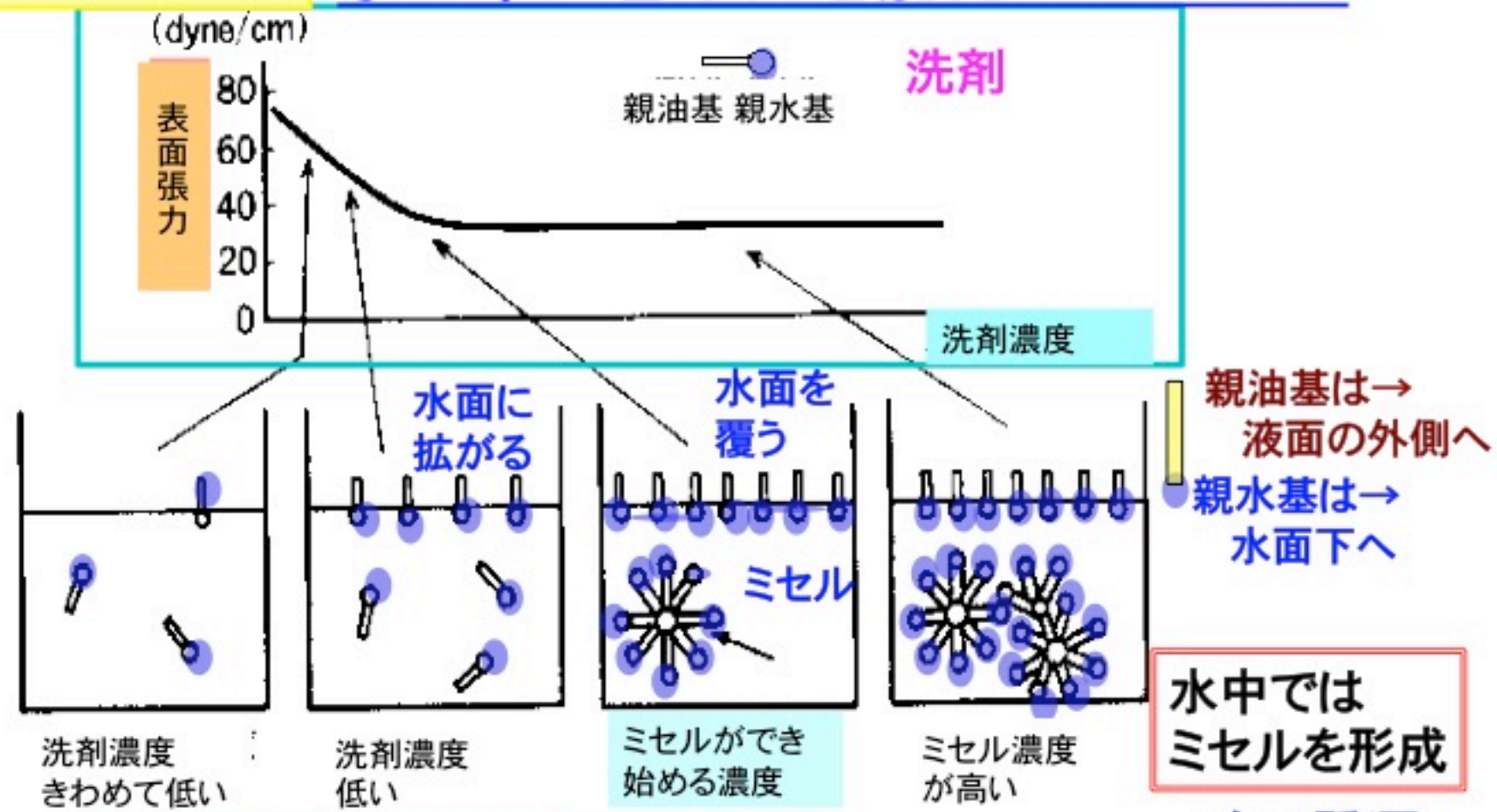
親油基 と ● **親水基** を同一分子内にもつ物質

洗剤分子モデル



洗濯の科学

水の中に石けんを加えていくと...



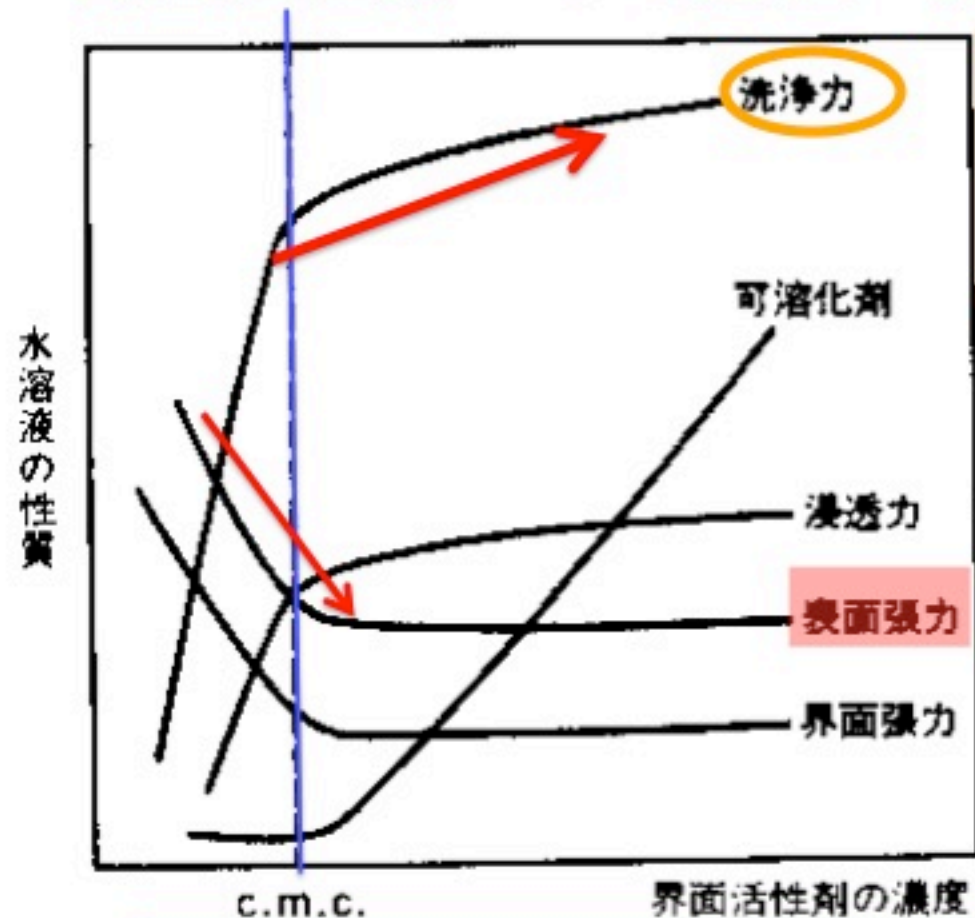
界面活性剤の濃度による状態の変化

水中ではミセルを形成

白く懸濁

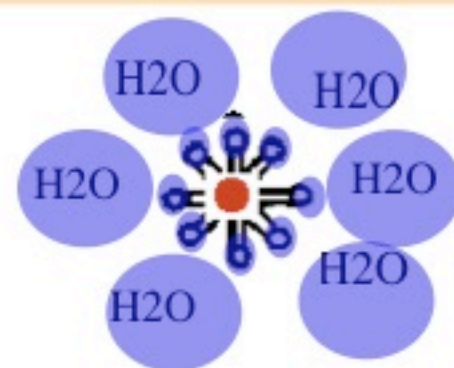
cmc: critical micelle concentration
(ミセル臨界濃度)

Q. 界面活性剤はなぜ油性の汚れを落とせるのか？



界面活性剤の濃度による水溶液の性質の変化

実験



油は
親油基に
囲まれる

ミセルと
一体化

● : 油性のよごれ

洗剤 = 界面活性剤

■ **親油基** と ● **親水基** を同一分子内にもつ物質

石けん

[illegible]

最近の合成洗剤

[illegible][illegible]

AE ROCH₂CH₂OCH₂CH₂OCH₂CH₂OCH₂CH₂OCH₂CH₂OCH₂CH₂—OH

一本足 (親油基 または疎水基)

親水基

※人間の体内にも界面活性物質(胆汁)が存在する 何のために?

PRTR法・第1種指定化学物質に指定された9種類の合成界面活性剤 (2011年7月現在)

化学物質名	略号	表示別名称	用途
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸およびその塩	LAS	ドデシルベンゼンスルホン酸塩	洗濯用、住居用、化粧品など
アルキルアミンオキシド	AO	アルキルジメチルアミンオキシド	洗濯用、台所用、住居用など
ポリオキシエチレンアルキルエーテル	AE	アルコールエトキシレート セテス（薬） 天然ヤシ油脂肪酸（家） 高級アルコール系・非イオン（家）	洗濯用、台所用、住居用、シャンプーなど
ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル	OPE	PRTRとは、有害性のある化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組み。	
ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル	NPE		
α-スルホ脂肪酸エステルナトリウム	MES α-SF		
ラウリル硫酸ナトリウム	AS SLS SD	アルキルトリモニウムクロリド	柔軟剤、リンスなど
塩化アルキルトリメチルアンモニウム		ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸ナトリウム ポリオキシエチレンラウリルエーテル硫酸ナトリウム（薬） ラウレス硫酸ナトリウム（薬） パレス硫酸ナトリウム（薬） アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム（家） 高級アルコール系・陰イオン（家）	洗濯用、台所用、シャンプー、ボディソープなど
ポリオキシエチレン ドデシルエーテル硫酸 エステルナトリウム	AES		

青字：最近よく使われている市販合成洗剤



ママレモン

油汚れに強く、さわやかなレモンの香りの台所用洗剤

機能名称	成分名称
バランス剤	水
界面活性剤	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム LAS
界面活性剤	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸
界面活性剤	アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム AES
安定剤	エチルアルコール
pH調整剤	トリエタノールアミン
安定剤	安息香酸ナトリウム
安定剤	ポリエチレングリコール
乳濁化剤	ポリ酢酸ビニルエマルジョン
香料	香料
安定剤	クエン酸
着色剤	着色剤

合成洗剤 vs 石けん

- **合成洗剤**は、細胞組織に取り込まれると細胞に損失を与える（病気：皮膚炎、内部組織）
 - ・微生物によって分解され難い。
 - ・環境中に残留すると生態系を破壊する
自然界に棲む動物（魚、昆虫、微生物）の生命活動を脅かす（種の減少、奇形など）。
- **石けん**は、細胞組織への影響は小さく、自然界では微生物によって分解される（栄養物となる）ので自然に（特に、水環境に）やさしい洗剤である。

手作り石けん



水の濡らす力（保湿、しなやかに保つ）

植物の表面と内部、動物の皮膚の保湿



水をふくむ草木

* みずみずしい

（生き生きとしている）

* しなやか（すぐには折れない）

枯れ葉／枯れ枝

* カサカサ

（折れやすい）

水は急激な温度変化を防ぐ

(温まり難く冷め難い, 蒸発し難い, 氷は解けにくい)

●地球の平均気温？ 15°C

地球表面の71%は海

昼夜の気温差：約 20°C

●海辺の昼夜の温度差は、内陸（砂漠）よりも小さい
(温和)

●海水の最高、最低温度は？

最高温度 $35 \sim 36^{\circ}\text{C}$ (ペルシャ湾)

最低温度 -2°C

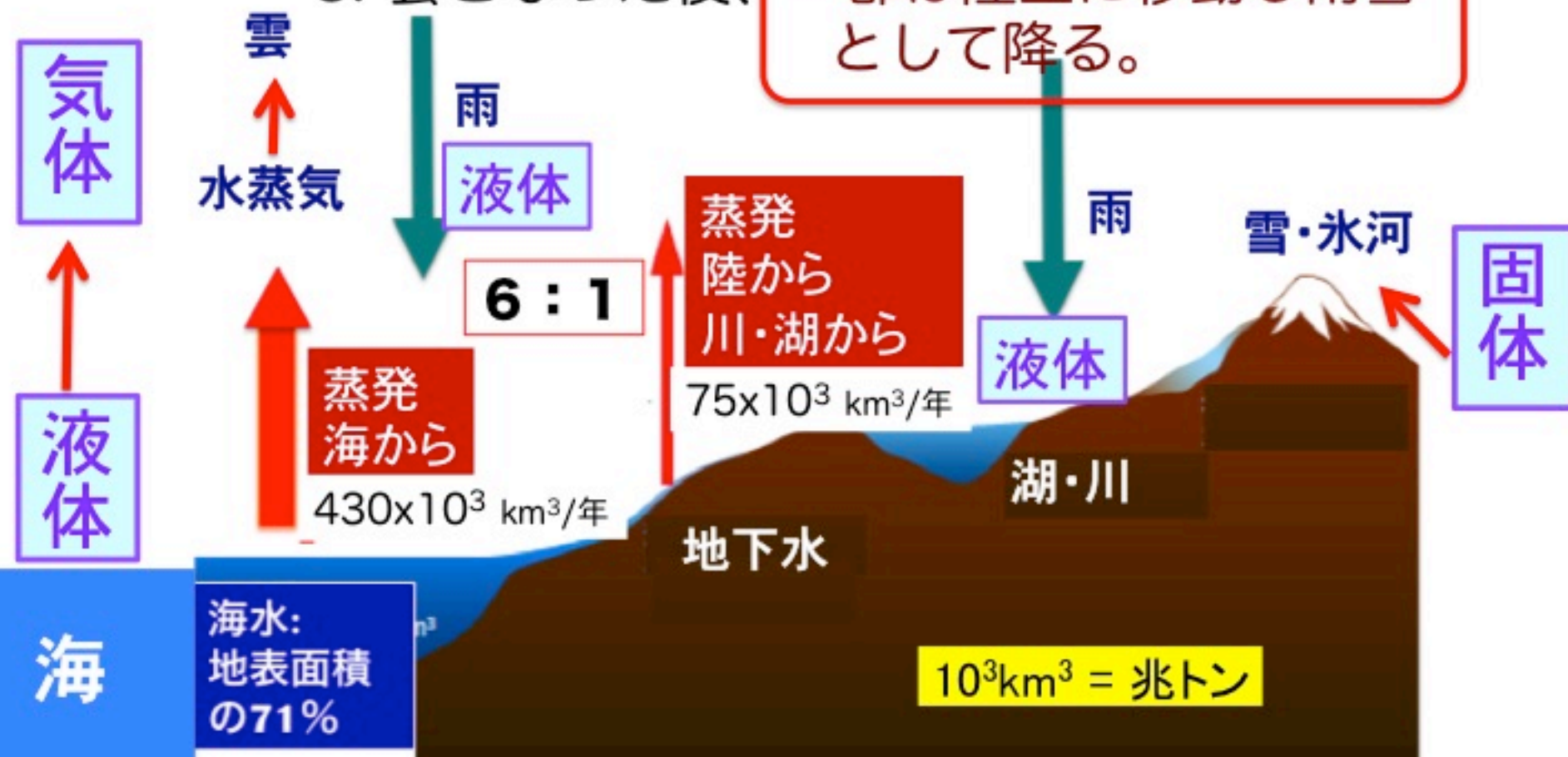
●氷河・雪は地球の温度調節装置

●健康な人の体温は、 $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$

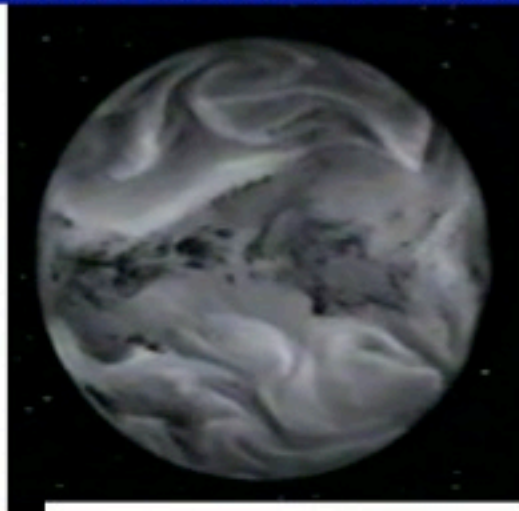
Q：蒸発した海水はどこへ？

三態変化／循環

- 
1. 一時的に雲となった後、宇宙空間に飛散。
 2. 雲となった後、**雨雪**として再び海に戻る。
 3. 雲となった後、**一部は陸上に移動し雨雪として降る。**

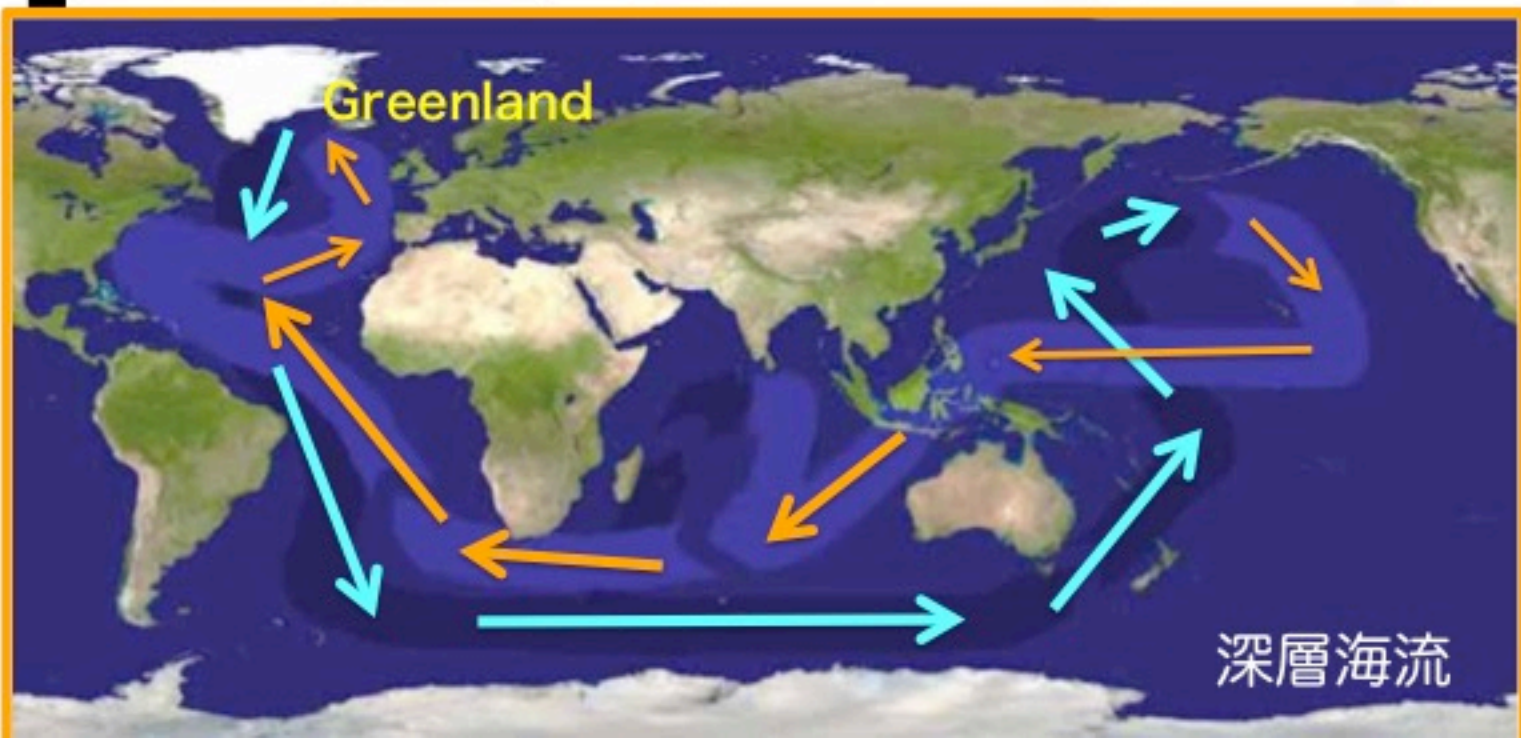


大気中を移動する水蒸気



緩やかに移動し
崩壊する氷河

水は三態変化（気体・固体・液体）しながら地球を巡り、地球の気候を支えている。



自然界で水は多様な姿を見せる＝地球環境をつくる

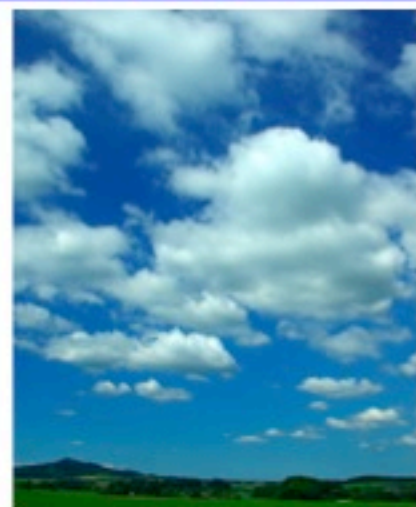


森・草
川・雨

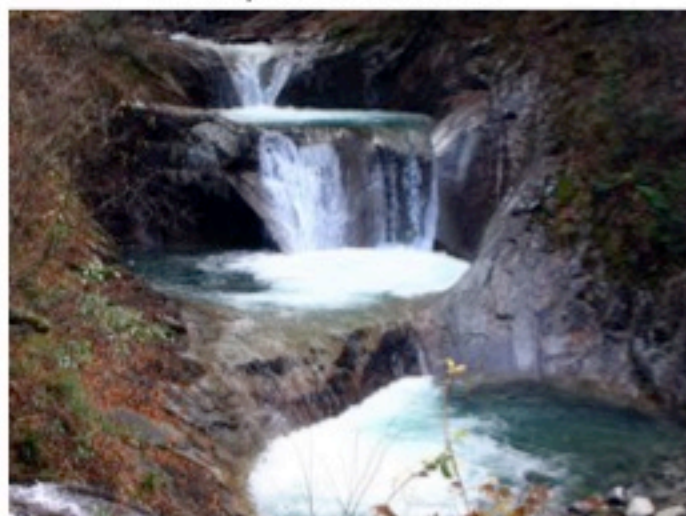
ドイツSpreewaldにて



水稲/水田



雲



西沢渓谷／自然の清流



雪・氷河



生命をはぐくむ海

水が集合する美しい姿が自然界に現れる

大きなしずく



渦状の雲



笠雲



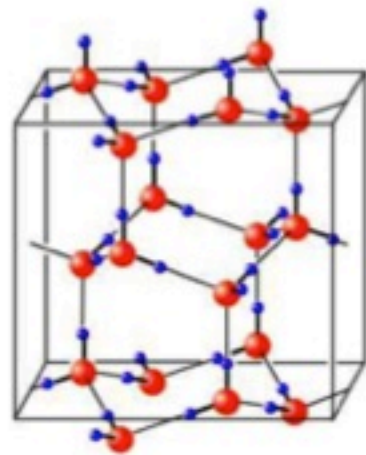
<http://matome.naver.jp/odai/2142527819282603801/2142527880283359403>

渦をまいて滔々と流れる川

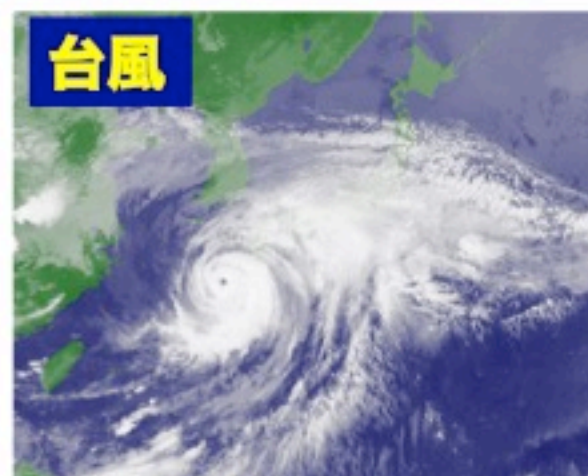


<http://userdisk.webry.biglobe.ne.jp/025/140/>

雪の結晶
(六方晶系)



時に、水は巨大な破壊力を生じる



水を使いこなす技＝文明、文化

- 料理：御飯を炊く、うどん、だし（出汁）
- 食品づくり：とうふ、酒造り、醤油、パン、和菓子
- 物造り：陶芸、染色、紙づくり（紙すき）、
- 産業：農業、養魚（養殖）、鮮度維持（冷凍）、IT産業（超純水の利用）、電子レンジ



「水の力（作用）」まとめ

a. 溶解力が大きい

様々な水溶液が存在、汚れを落とす、酸もアルカリも溶かす

b. 毛細管の中を移動する性質

植物、動物体内を水溶液として移動（運搬）する
（栄養分、酸素、二酸化炭素）

c. 濡らす力（保湿、しなやかに保つ）が大きい

植物の表面と内部が水分で潤っている、動物の皮膚を保湿

d. 急激な温度変化を防ぐ

（温まり難く冷め難い、蒸発し難い、氷は解けにくい）

体温調節、気温調節

e. 自然界で三態変化する

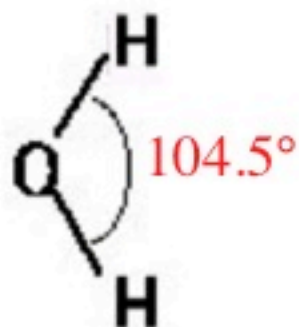
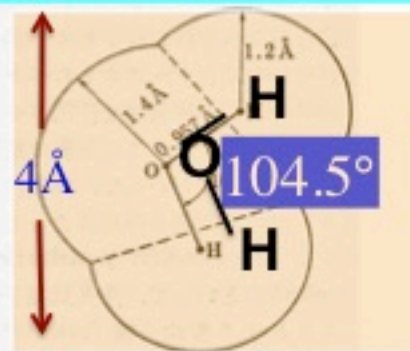
f. 文明、文化を育む

関口知宏の鉄道旅—スイス—から

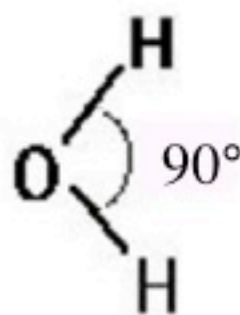


**水の“異常性”（ユニークさ）を
サイエンスで説明できるのか？**

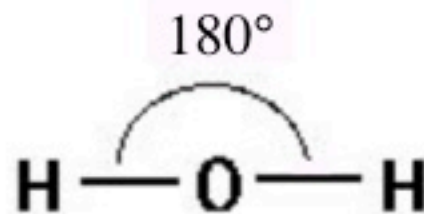
●水のユニークさはどこから？【水分子のかたち】



最も安定な形



不安定な形
他の H_2X 分子では
安定な形であるにもか
かわらず



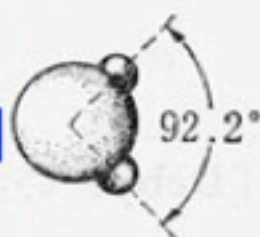
不安定な形
(直線形)

水分子1個の質量は
 $3 \times 10^{-23} \text{ g}$

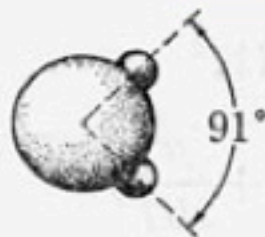
H_2X 分子の構造



H_2O



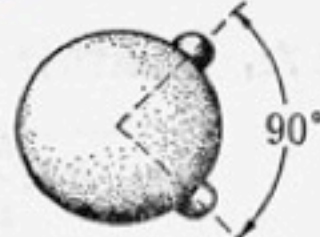
H_2S



H_2Se



H_2Te



H_2Po

分子量 **18**

34

81

130

211

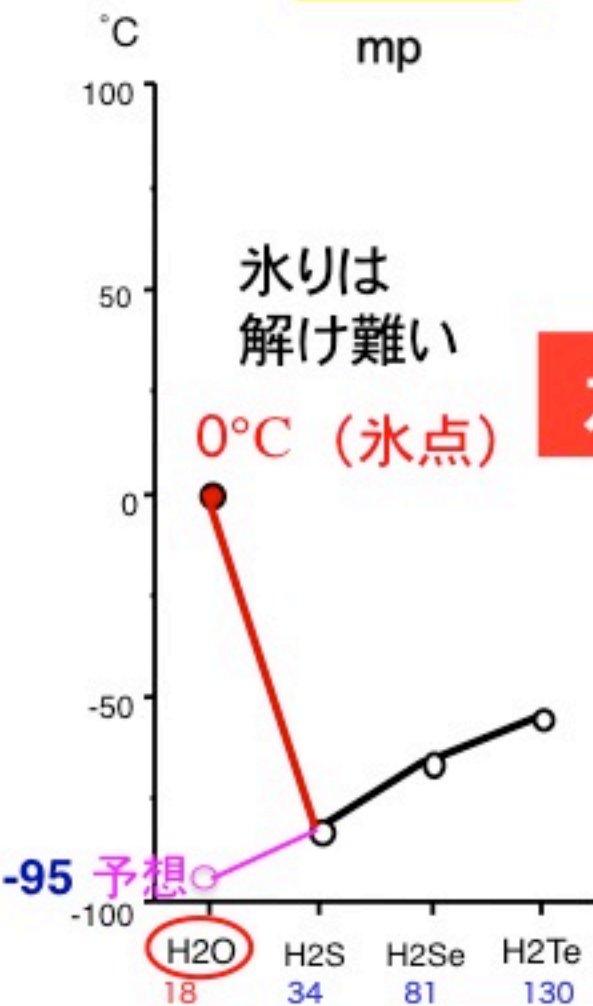
(相対質量)

Oの仲間(16族) H_2X 形分子

【水の熱的性質はユニーク】 融点・沸点・蒸発熱

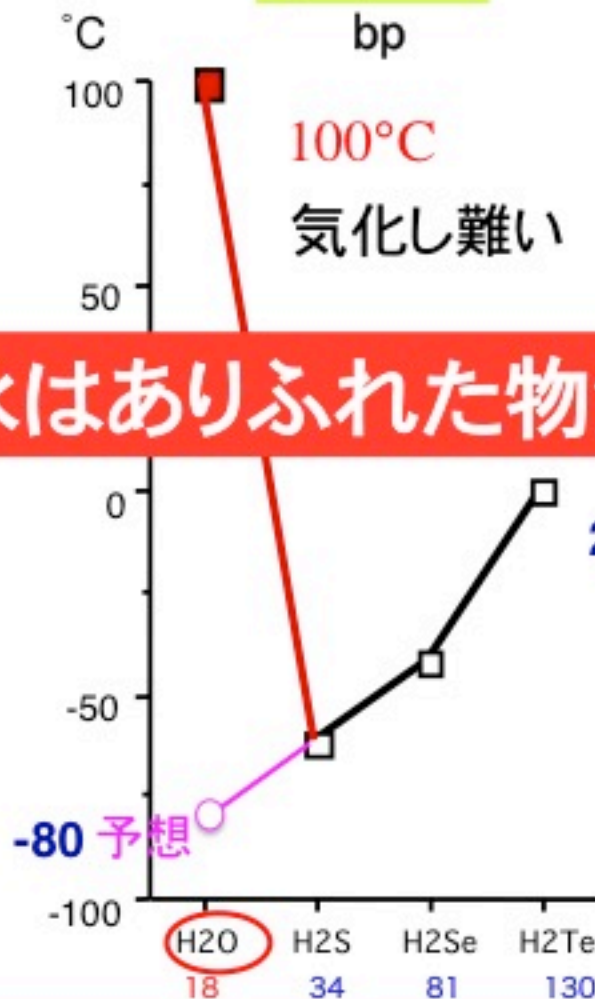
融点

mp



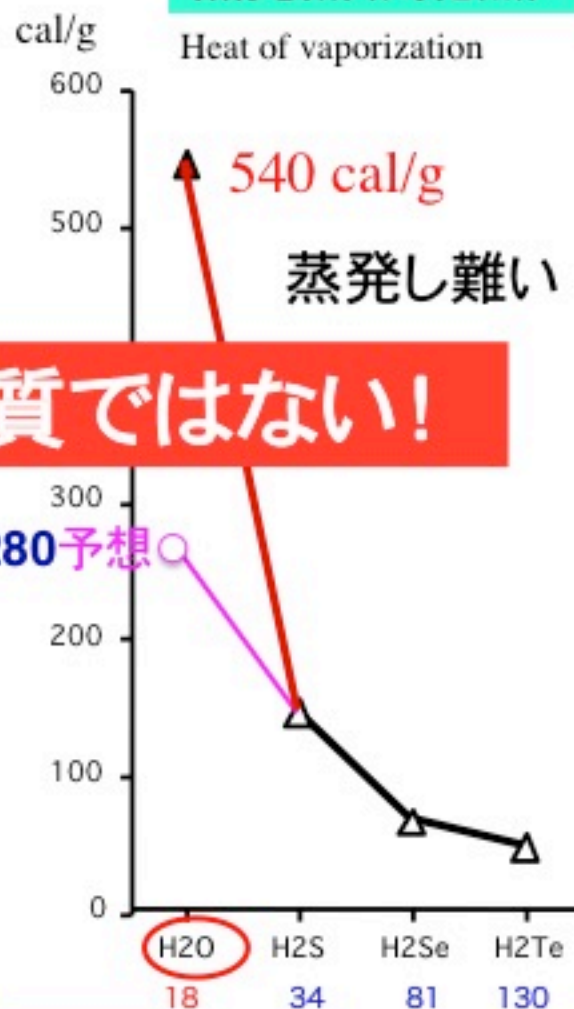
沸点

bp



蒸発熱(気化熱)

Heat of vaporization



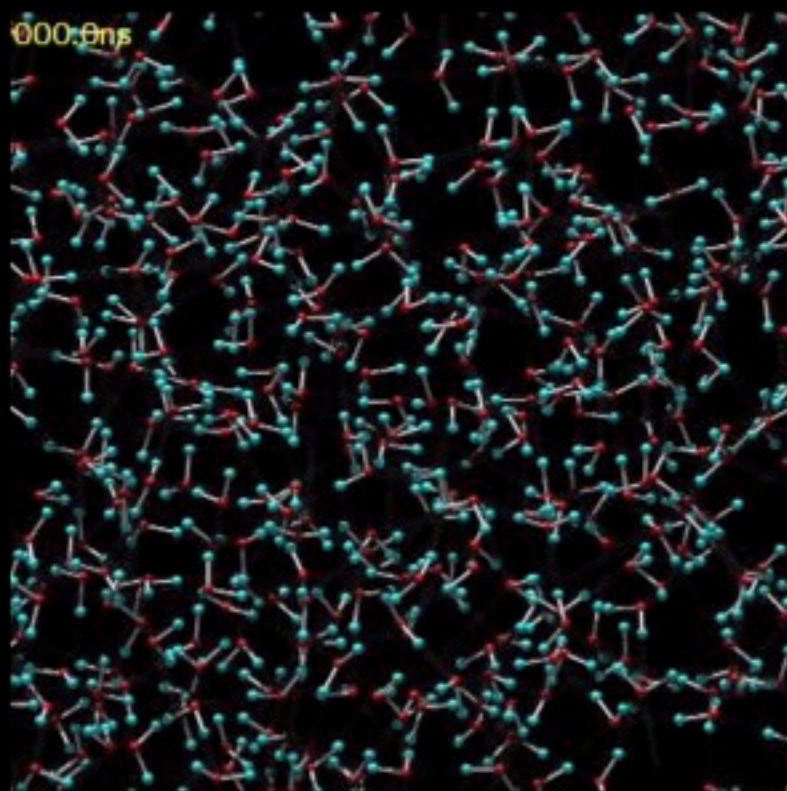
水はありふれた物質ではない!

H₂X ファミリー (性質が似ている)

●水のユニークさはどこから？：

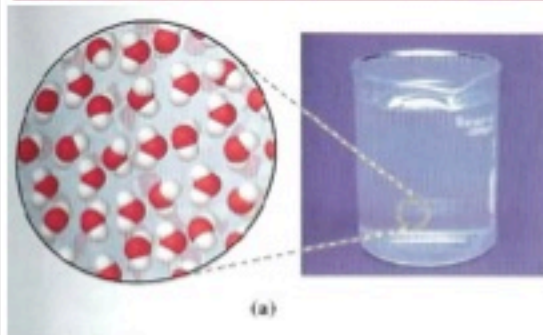
水分子は、互いに接触しつつ常に動いている

水の氷結(相変化)過程のシミュレーション



大峰巖博士
分子研所長
元名古屋大学教授

氷結過程 2 PRO.mov



水には67の異常な性質がある

水分子

異常な, 奇妙な

Sixty-seven anomalous properties of water

Martin Chaplin,

<http://www.lsbu.ac.uk/water/anmlies.html>



Emeritus Professor of Applied Science
London South Bank University

Phase Anomalies of Water

- ✓ Water has unusually high melting point
- ✓ Water has unusually high boiling point
- ✓ Water has unusually high critical point
- ✓ Solid water exists in a wider variety of stable (and metastable) crystal and amorphous structures than other materials
- ✓ The thermal conductivity of ice reduces with increasing pressure
- ✓ The structure of liquid water changes at high pressure
- ✓ Supercooled water has two phases and a second critical point at about -91°C

三態変化における
異常性

異常性

- 密度
- 水分子として
- 熱的性質
- 物理的性質

これらの異常な性質が
私たちの生命と地球環境を支えている！

水のサイエンス・リテラシー

「**水**は無味、無臭、無色透明で、
物理・化学的に特に注目すべき特徴もない。
しかも、この地球上のどこにでもある
最も **ありふれた物質だ**」

という認識は正しいか？

**21世紀を生きる青少年子どもたちに
問いかけたい。**

Break

私のミャンマー体験2017.9

スラム地域の水



自然は美しい



井戸水



雨期は家が冠水



3. 水が生み, 育み, 支えているもの 地球と生命＝ユニークな存在

- ① 生物は水無しでは生存できない**
(植物、動物 (ヒト) を含む全ての生物)
- ② 水惑星＝地球生成の条件と特徴**
- ③ 水惑星における奇跡＝生命発生・進化**
- ④ 地球環境を支え動かしている水**
＝地球を循環する水

① 植物を生かす 水の特性と循環

導管：セルロースで
できた**毛細管**=毛細管現象

- ・ ミネラル、酸素、栄養分
を溶かした**水**が植物体内
を循環し**命を支えている**。
- ・ 葉(気孔)から**水**が空気中に蒸
→蒸発する時に熱を奪い
植物の灼熱化を防いでいる。



Q: 動物(ヒト)はなぜ水を必要とするのか？

人体の中の水

約45 L

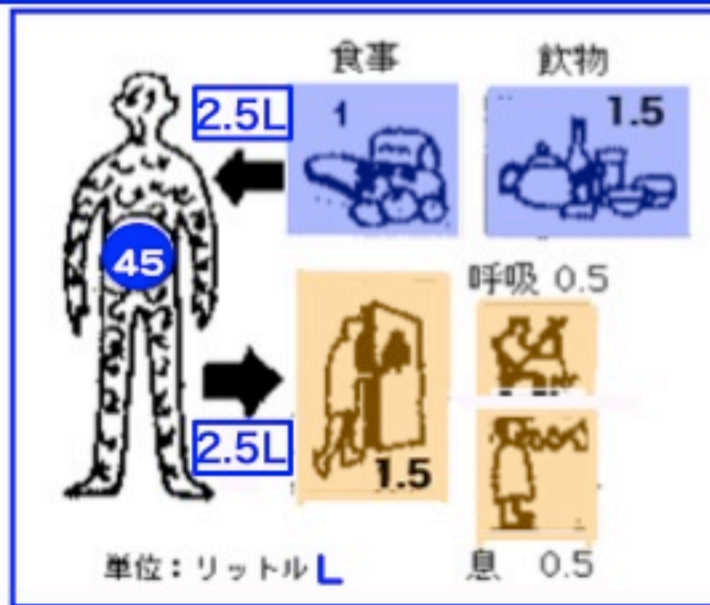


- 2%の水不足で猛烈に喉の渇きを感じる
- 5%失うと幻覚を起こす
- 12%失うと死ぬ

水が無ければ生きていけない

身体の組織中の水成分(%)

骨	12%
筋肉	76%
腎臓	83%
脳	75%
血液	83%



動物(人)を生かす体内の水循環

水は**毛細血管**を通じ、体内の隅々にまで酸素と栄養物を運ぶ。

帰路では、老廃物を**腎臓**に運ぶ。
ろ過した血液は**心臓(ポンプ)**に戻り、再び体内を循環する。

人は一日約**2.5Lの水**を摂取、
同量の水を排泄。

体内ではその**100倍量の水**がリサイクル。
腎臓は水再生／廃棄物除去装置。

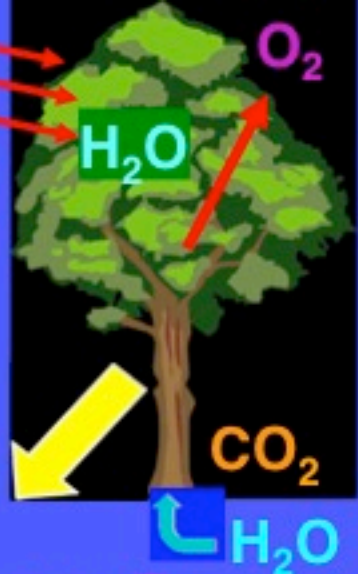
血管

心臓
(ポンプ)



腎臓

A diagram illustrating the process of photosynthesis. A green tree is shown against a blue background. A red sun icon is in the top left corner. Three red arrows point from the sun to the tree's leaves. A green box with the chemical formula H_2O is on the left, with a red arrow pointing to the tree. A purple O_2 is in the top right, with a red arrow pointing away from the tree. A yellow arrow points from the bottom left towards the tree. A blue box with the chemical formula H_2O is at the bottom, with a blue arrow pointing up towards the tree. The chemical formula CO_2 is in orange at the bottom right, with a blue arrow pointing up towards the tree.



光合成の意味:

光合成は、地球上の植物、動物の命を支える物質を生産する必須の“**生命維持工場**”である。

Q: 食物の消化とは？



(食物を水で栄養素に変える反応)

消化には水 (H₂O) が必要

(酵素の助けにより水と反応し栄養素をつくる)

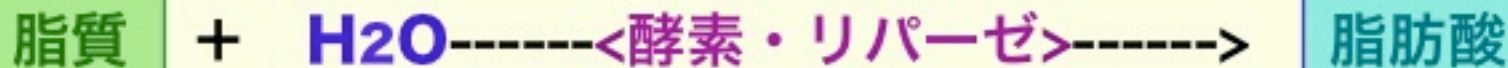
- 炭水化物 (米、ジャガイモ、トウモロコシの中のでんぷん)



栄養素

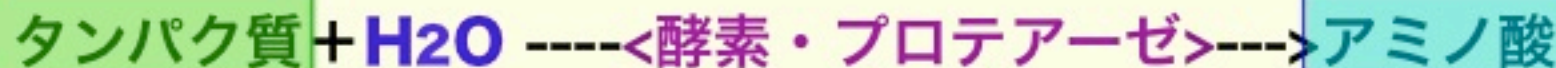
ぶどう糖

- 脂肪 (菜たね油、魚油、肉の中の脂質)



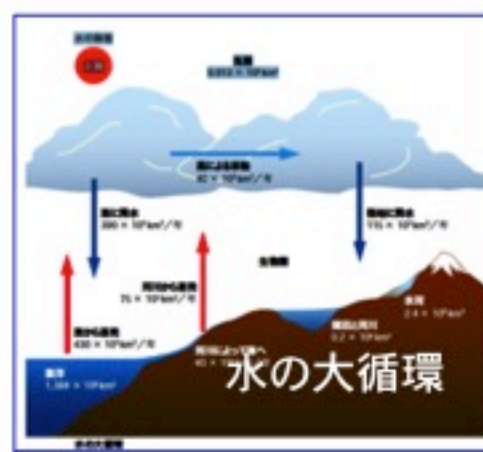
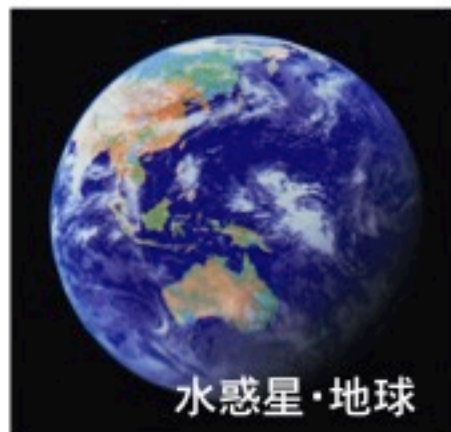
脂肪酸

- タンパク質 (肉、豆)



アミノ酸

② 水と生命の惑星＝地球は どのようにでき、動いているのか？



地球カレンダー



3. 水と生命の惑星＝地球に生かされている人間

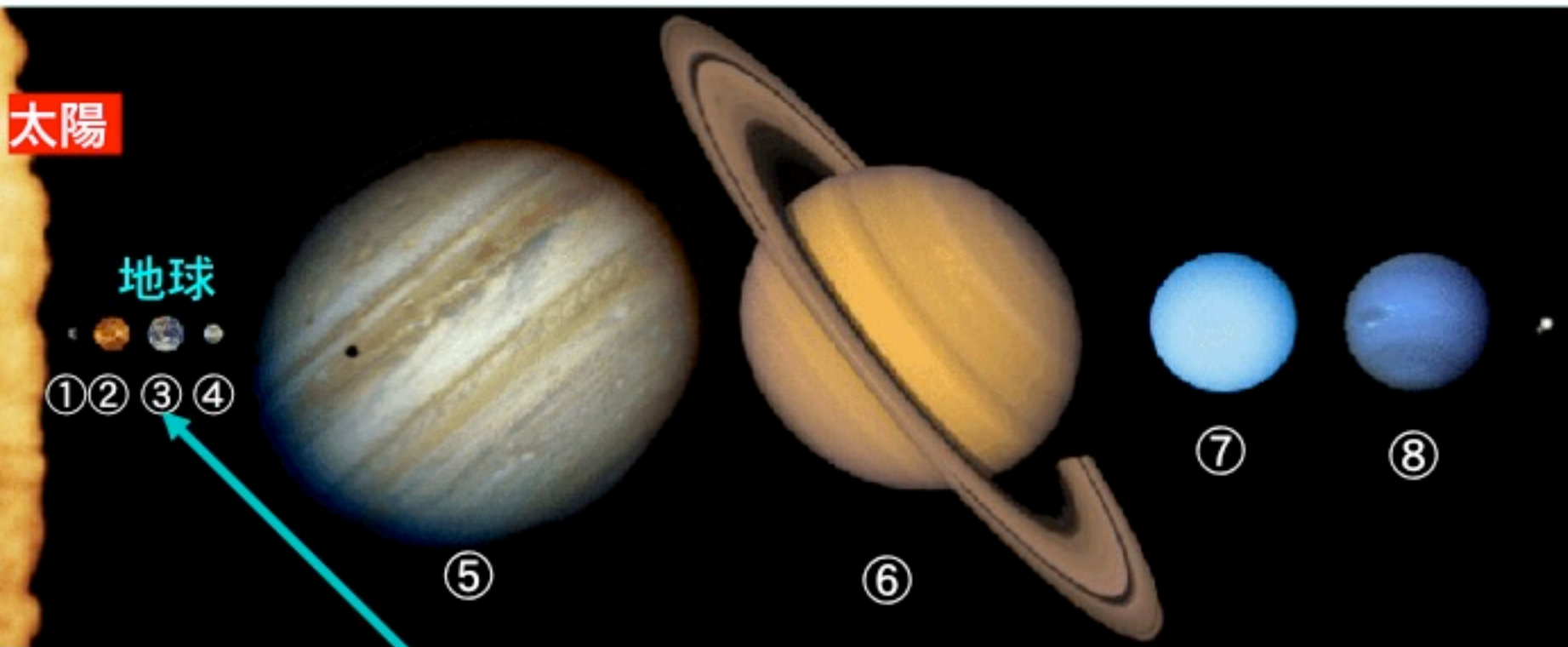
Q. 8つの太陽系惑星の中で地球だけが
なぜ海（液体の水）をたたえているのか？



水の惑星

＜海(液体の水)が出現するための基本条件＞
0～100℃ (1気圧下)

太陽系 8つの惑星



第一条件：太陽からの距離

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
惑星：	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
表面温度：	330	200	15	-50	-130	-150	-190	-200 (°C)

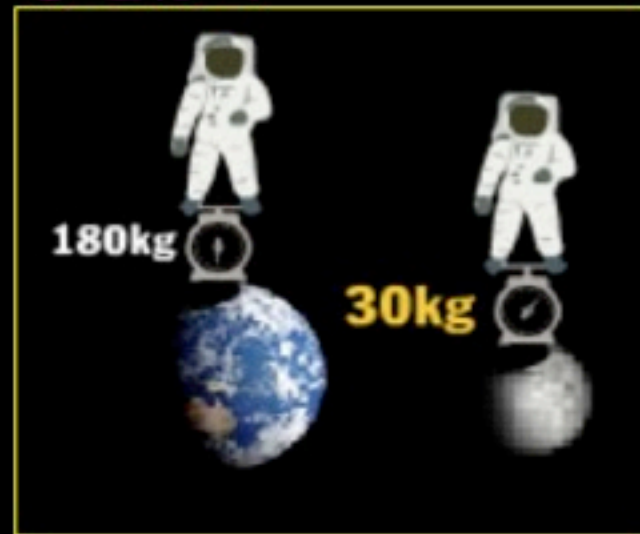
100°C以上

0°C以下

第二条件：サイズ

月は、太陽からの距離が地球と同じ
にもかかわらず水が無い。

なぜか？



月は地球より
サイズが小さく、
重力は地球の1/6



月

月の
昼間の温度： 110℃
夜間の温度： -180℃

水分子を引力圏内にとどめておくことができず、
宇宙空間に逃げてしまったのだ。

2つの条件(太陽からの距離、サイズ)を奇跡的に満たすのが地球！

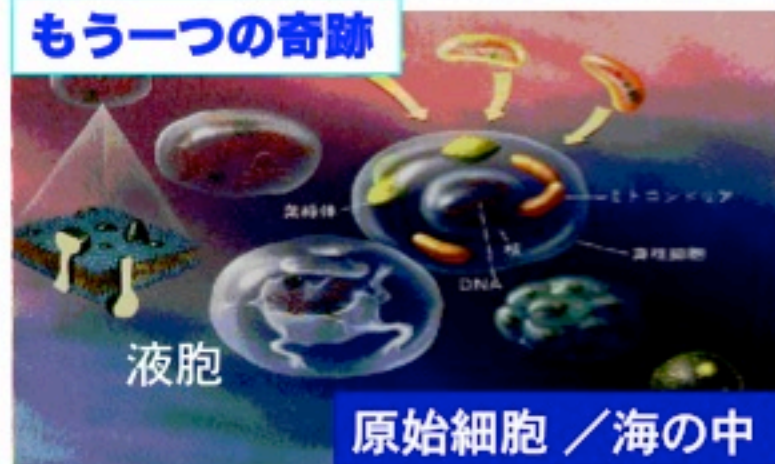
③

なぜ地球に生命が存在するのか？（仮説）

海の中で 38億年前に 生命が発生した

原始地球上の海辺で生体高分子（タンパク質、核酸）がつくられ、自己複製できる原始細胞＝原始生命が発生した。

もう一つの奇跡



- ▼ **単細胞生物**は、太陽からの強い紫外線から護られた海の中で、複雑な**多細胞生物**へと進化。
- ▼ やがて、**光合成を行う緑色植物**が発生。**酸素**を生成。
- ▼ おだやかな気温と酸素量が増えた**陸上で生活する動物**へと進化。
- ▼ 今から約200万年前に**人類**が地球上に現れた。

全ての生命体は水を抱えている→生命維持に水が必須。
ヒトの体重の2/3は水

地球と他の惑星の大気成分

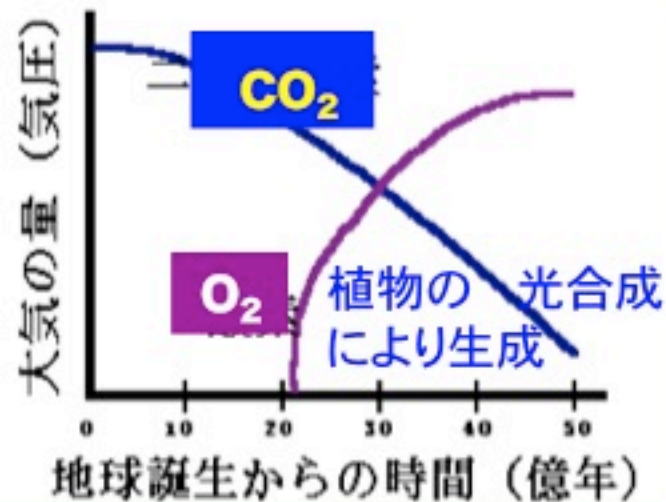


	地球（現在）	地球*	金星	火星	木星
窒素 N ₂	78.1	1.0	1.8	2.7	H ₂ 93%
酸素 O ₂	20.9	-	-	-	He 7%
アルゴン Ar	0.9	0.01	0.02	1.6	CH ₄ 0.3%
二酸化炭素 CO ₂	0.035	99	98.1	95.3	-
大気圧（気圧）	1	~80	90	0.006	0.7
全球平均温度	15°C (-70°C~+55°C)	~200°C	450°C	-30°C	-130°C（雲の最上層） 下方は1000°C以上で 水素ガスが液化

* 現在の地球大気から生物起源の酸素を除き、堆積岩に含まれる炭素をCO₂として加えたもの

田近英一, 1988を改変

- ① 木星にはなぜH₂, Heが多いのか？
- ② 現在の地球大気にはなぜCO₂が少ないのか？
- ③ 現在の地球大気にはなぜO₂が多いのか？



原始地球における CO₂の行方

惑星が誕生した時には、
地球も金星も火星も
大気成分は同じであったが…

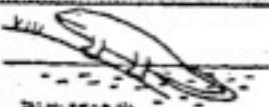
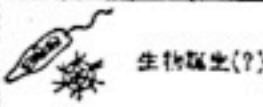
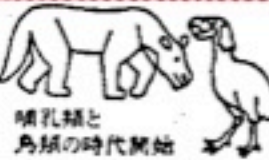
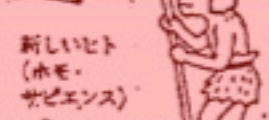
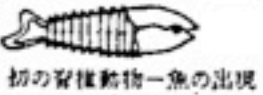
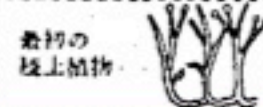
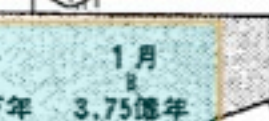
地球では

CO₂が海水に溶け、Ca²⁺, Mg²⁺と出会って
沈殿物 (石灰岩) となった。

サンゴ(動物)が発生した後は、CO₂はサンゴの身体作りに
使われ 固体化した (珊瑚礁)。

→ 海の存在が地球のCO₂量を減少させた。

地球カレンダー

1月1日 (43億年前)	 地球誕生	12月 3~13日 (3.5~2.2億年前)	 海洋生物時代
3月上旬 (37億年前)	 大地誕生	9日 (2.7億年前)	 爬虫類出現
4月30日頃 (30億年前)	 生物誕生(?)	26日 (7000万年前)	 哺乳類と鳥類の時代開始
7月20日頃 (20億年前)	 光合成植物の出現	30日18時 (1500万年前)	 ヒトの遠い祖先(?)
8月中旬 (17億年前)	 多細胞生物の出現	31日20時 (200万年前)	 ヒトの出現 (オーストラロピテクス)
11月25日頃 (4.5億年前)	 初の脊椎動物—魚の出現	31日23時 (50万年前)	 新しいヒト (ホモ・サピエンス)
29日頃 (4億年前)	 最初の陸上植物	31日 23時59分 (0.8万年前)	 エジプト文明

1秒 1分 1時間 1日 1月
143年 8560年 51万年 1235万年 3.75億年

地球の年齢46億年を
1年365日に例える
(現在：大晦日24時)

Q: 人類の発生は何日?
(ホモサピエンス 50万年前)

A: 大晦日の23時

Q: 産業革命は?

A: 1.5秒前

Q: 私たちの誕生日は?

A: 0.4秒前
(50歳の人)

水の御者

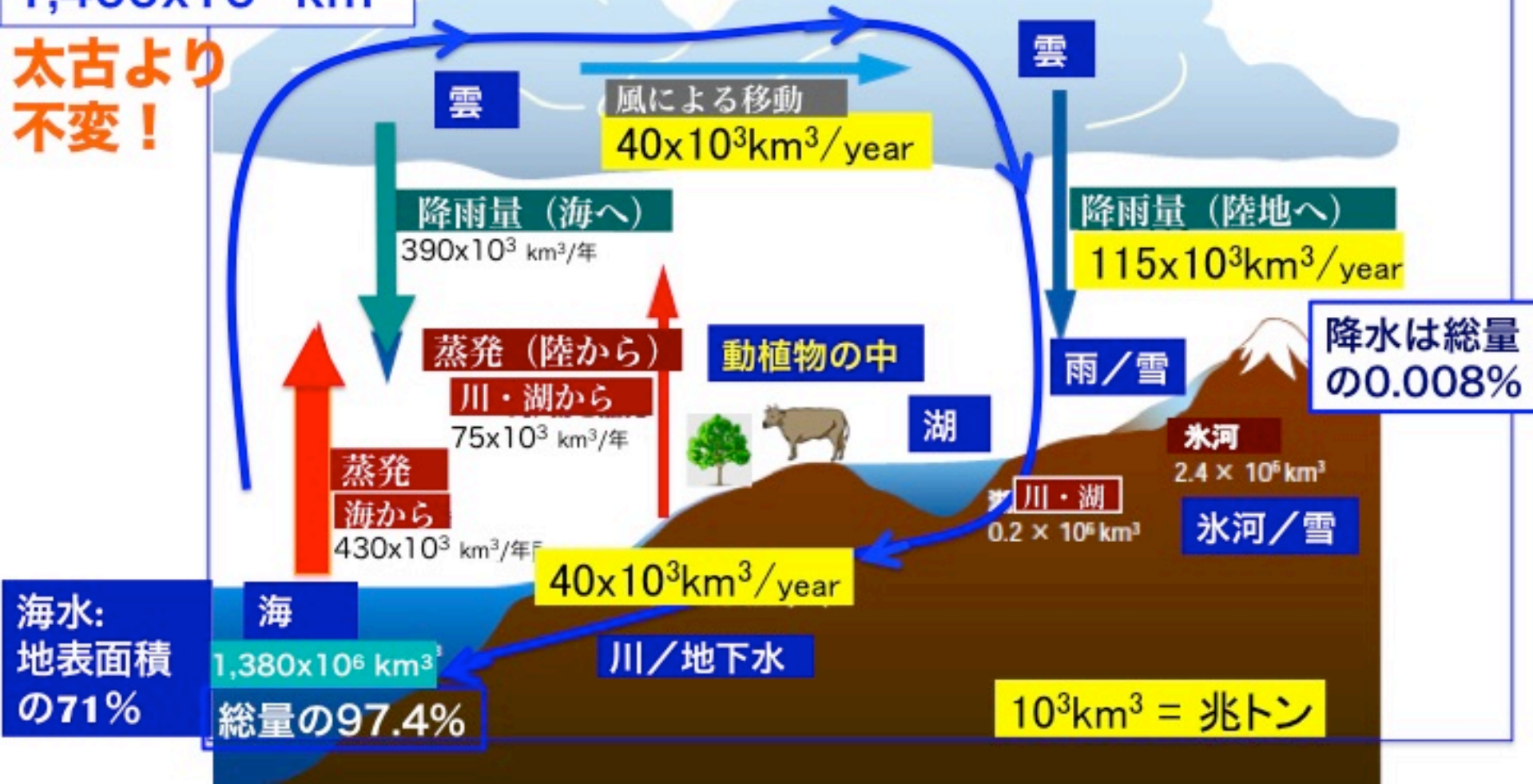
太陽

④ 地球を巡る水の大循環

水の総量:
 $1,400 \times 10^6 \text{ km}^3$

太古より
不変!

熱エネルギーの移動
過程でもある。



水の大循環の意味は？

- **海水（塩水）の淡水化システム（年間40兆t）**
（熱源：太陽　費用：無料）
- **エネルギー供給源（水力発電）**
水が海から陸地へ雲として運ばれ（40兆t）、山地に降った雨。
- **「水資源」＝陸地から海へ戻る水（40兆t）（河川水、地下水）**
 - ・ 水資源とは：農業用水、工業用水、生活用水。
 - ・ 陸地のすべての動植物の生命を育む（地球生命体の維持装置）。
 - ・ 緑の植物は酸素、ブドウ糖（栄養物）をつくる。植物は水を蓄える。
 - ・ 人の心に安らぎを与え、豊かな水環境を提供している。
- **地球を温和化**
 - ・ 海・陸地から蒸発する水は熱エネルギーをうばうので、太陽熱による灼熱化を防ぎ、大気温を和らげる。（地球の平均気温、+15℃）
 - ・ 二酸化炭素を溶解／吸収
- **気象をコントロール（大気を動かしているのは水蒸気）**

水の大循環は地球環境と生命の維持システム

4. 水とのつき合い方

地球市民の条件=環境へのケアを実践する人

4a. 住んでいる町の 水環境に関心をもち、 水の利用・保全に 参加する

水循環基本法(2016)

三鷹市の場合

- 環境基本条例(2000)
- 環境基本計画 2022 (2010)

目指すべき
環境像

「循環・共生・協働のまち
みたか」

環境施策と環境保全行動指針

環境目標1

健康で安全に生活ができる

- 1-1 公害防止
- 1-2 有害物質使用の管理

環境目標2

歴史・文化資源を活かした良好な風景・景観を形成する

- 2-1 歴史・文化資源を活かした都市空間形成
- 2-2 緑と水の公園都市の創造

環境目標3

みどりを守り多様な生き物と共生する

- 3-1 みどりの保全と創出
- 3-2 生き物の生育空間の保全・再生
- 3-3 水循環の保全・再生

環境目標4

循環型社会を形成する

- 4-1 ごみの減量・資源化・適正処理
- 4-2 資源・エネルギーの有効活用

● 地下水や湧水を保全する

行動メニュー	市民	事業者
地下水・湧水に関する調査・モニタリング活動に参加する	☐	☐
井戸水を適正に利用する	☐	☐
駐車場などで、雨水浸透の技術を取り入れる	☐	☐
建設工事などの際、地下水や湧水の保全に配慮する	☐	☐
雨水浸透ますを設置する	☐	☐

● 雨水を活用する

行動メニュー	市民	事業者
雨水貯留施設（雨水タンク）などを設置し、雨水利用を進める	☐	☐
雨水をバケツなどにため、庭や植木などに散水する	☐	☐

● 水辺空間を保全する

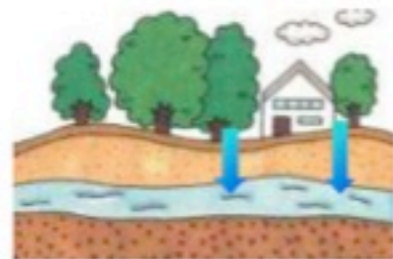
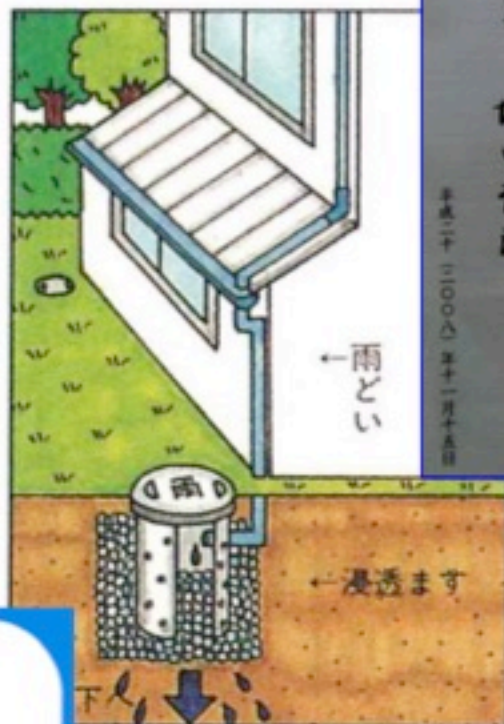
行動メニュー	市民	事業者
水辺の清掃活動や管理活動に参加する	☐	☐
水辺空間での環境学習活動に参加する	☐	☐

● 節水を励行する

行動メニュー	市民	事業者
こまめに水道の蛇口をしめる	☐	☐
節水コマを取り付ける	☐	☐
風呂の水を再使用する	☐	

雨水浸透ますの普及

希望するかたへ公費で雨水浸透ますを設置します



地下水が増え、湧水の復活につながります。

http://www.city.mitaka.tokyo.jp/c_service/050/050379.html



雨を活かすまちづくり五十年の継承

八市市長サミット宣言

雨は資源

雨は決して邪魔なものではない。まちの資源である。雨をかり、雨をかえす、雨を活かすことで、乾きつつあるまちに安全と潤いを授けてくれる。

武蔵野市長
三鷹市長
府中市長
調布市長
小金井市長
小平市長
国分寺市長
西東京市長

邑上守正
清原慶子
野口忠直
長久青樹
熊倉芳秀
小林正則
星野信夫
坂口光治

平成二十二年八月十五日

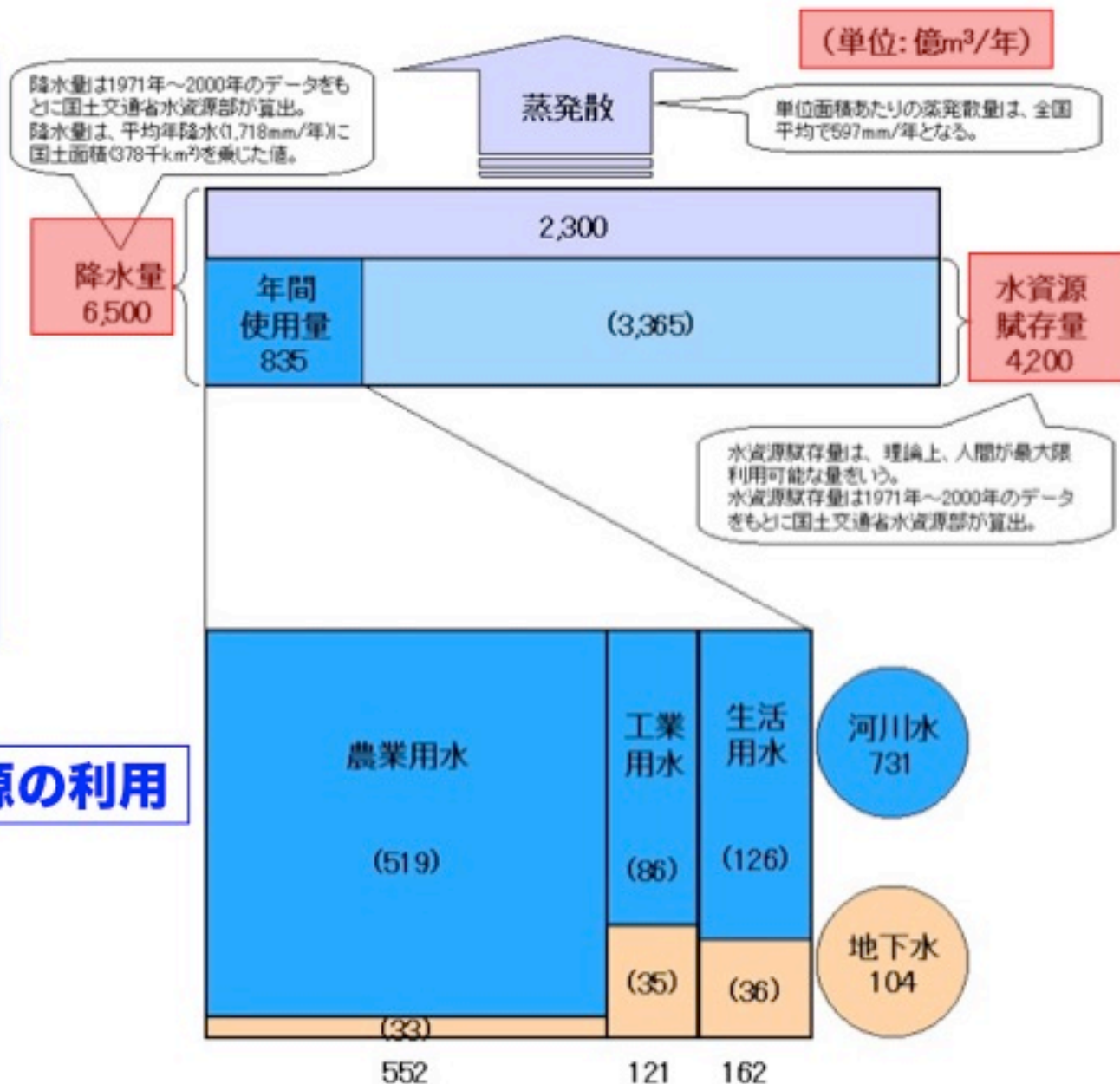


雨を活かすまちづくり五十年の継承
八市市長サミット宣言

人間は 水を必要 とする：

水資源 (淡水)

水資源の利用



(注)1. 生活用水、工業用水で使用された水は2004年の値で、国土交通省水資源部調べ

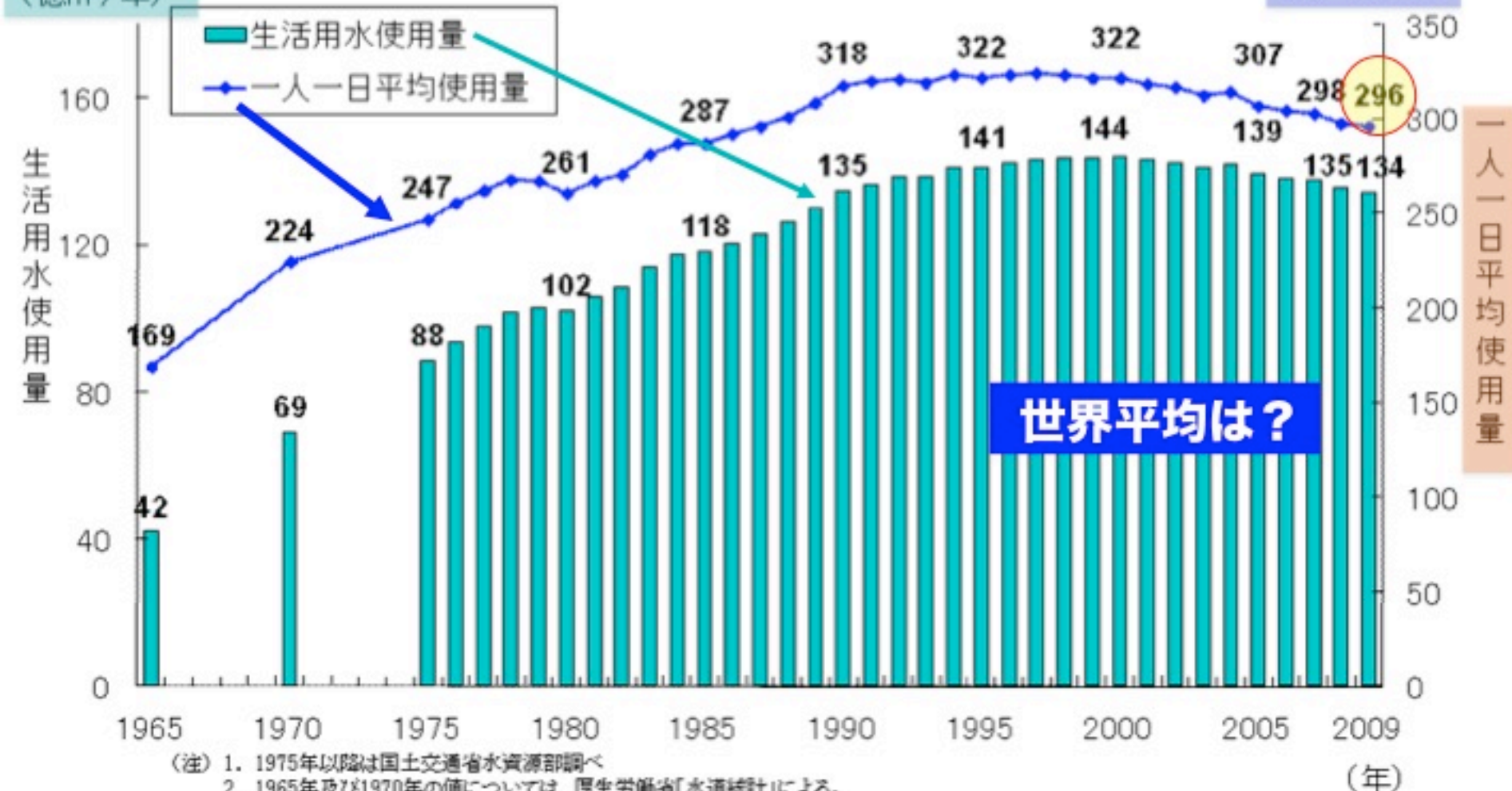
生活用水

日本人の生活用水使用量

300 L/人・日

(L/人・日)

(億 m^3 /年)



- (注) 1. 1975年以降は国土交通省水資源部調べ
2. 1965年及び1970年の値については、厚生労働省「水道統計」による。
3. 有効水量ベースである。

生活用水使用量の推移

4b. 水(自然)と親しむ

● 自然はそのまま美しく、
時に厳しく、
人の力をはるかに超えた力をみせるが
人の命を支え、
安らぎを与えてくれる。



野川公園

● 自然界にはたくさんの植物、動物も生きている。

● 人も自然の一部だ。

● みじかな自然に親しみ、大切にしよう
(自然をからだで知ろう)。

● 未来の子ども達に地球市民として生きていける自然を
引き継ぐ責任が今の大人にある。

近くの川は 自然の力と恵みをからだで知る場

～私の川体験～

埼玉県浦和・見沼代用水

- ・ 昭和30年代：子ども時代
- ・ 高度成長期・減反政策期
- ・ **今：**



ホタル



見沼代用水



昔の見沼代用水



昔の野田の鷺山

私の川体験

埼玉県浦和・ 見沼代用水

1. 私が生まれ育ったのは、埼玉県浦和市（現さいたま市）三室という農村であった。浦和台地の背後に広大な見沼田圃があって米が生産されていた。昭和26年に三室小学校に入学したが、ほとんどの生徒は農家の子どもで、私は非農家の子どもと言わ

れていた。なぜそのような環境にあったかと言うと、父が三室農協で働いており、私自身小学校4年まで農協の職員住宅に住んでいたからである。

私がはじめて泳いだのは村外れを流れる見沼（代）用水という川であった。まだ小学校にあがる前（昭和25年/1950年頃）で、近所のおんちゃん（年上の男友達をこう呼んでいた）とよく泳ぎに行った。おんちゃん達は、抜き手（自由形）で5m位の川幅を泳ぎ切れていたが、私はイヌかきで下流に泳いで土手に上がって戻って来るといった遊びを繰り返していた。泳ぎ疲れて帰る道すがら、トマトやキュウリ畑を見つけては、こっそりもいで食べたことが今思い出すとなつかしい（農家の人に断れば、「取って食べな」と言われたが・・・）。

2. 近所の小川には、玉網とバケツを持ってよく魚取りに出かけた。水草の下や岩の陰に網を素早く入れてはすくい上げる。これを繰り返しながら小川沿いに歩いて行く。フナやタナゴがかかれば大喜びし、ドジョウやザリガミであると中程度のうれしさであった。なかなか魚が捕まらないうと飽きてきて、カエルを捕まえてはいたずらした（どんなイタズラかは想像に任せる）。夏の炎天下、子どもの足にしてはかなり遠くまで行ったものだった。

3. 小学校3年生の頃、突然、川で泳ぐのが禁止された。理由が2つあった。一つは、川に大腸菌が多いという警告が出されたためだ。その頃、バキュームカーが糞尿を川に捨てていたのを見たことがあった。多分、不法投棄だったと思う。2つ目の理由は、当時からパラチオン（ホリドール）という農薬が田圃にまかれるようになったためだ。田圃の周りに赤いテープが張られ、近づいてはいけないと厳重に注意された。その頃、村でホリドール自殺した人がいた。
4. 小学校上級になる頃、私は魚つりが好きになった。安い竹製の釣り竿を持って見沼用水や芝川に出かけた。庭で餌のミミズを探してから出かけると、クチボソという魚やフナなどがつれた。釣った魚は庭に池を作って飼っていたが、生命力の強いフナ以外はすぐに死んでしまった。獲物をつかまえた喜びと同時に命のはかなさをぼんやりと感じていた。
5. 見沼用水近くに病院が出来た。浦和市立伝染病院と結核病院であった。病院裏の川沿いに病院から出る排水口があって、汚れた水が流れ出ていた。皮肉なことにその流れ口の近くの方でよく魚が釣れた。生ゴミを餌にしている魚がいたからだろう。その中、シッポの曲がったフナが釣れるようになった。気持ちが悪くなって魚釣りをしなくなってしまった。

こうして、子どもにとって自然の中の遊び場であった見沼用水やその周辺の田んぼから子ども達が遠ざかっていった。昭和30年代の高度成長期に向かう頃であった。

5th Water Literacy Open Forum 野川訪問プログラム

- 2015年 7月11日 (土)
10:00-12:00
- 目的：野川の水質検査と自然観察
終了後、ICU食堂で昼食と交流

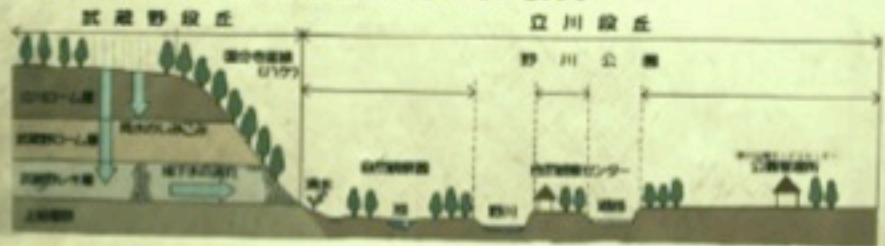


国分寺崖線(ハケ)

野川の左岸に続いている崖は、武蔵野段丘の南端に当り、国分寺崖線といえます。高さは10~20mあり、野川にそって20kmも続いています。

この崖線の下部は、武蔵野レキ層が露出し、段丘の上部にしみこんだ雨水が、そこからわきだしてきます。

このあたりでは、この崖線を「ハケ」と呼び、なかでも野川公園に接する一帯は、今なお豊かな緑が残されています。



公園付近の断面模式図

水質検査地点



1. 二枚橋下
2. 水木橋下
3. ほたる池
(観察園内)
4. さくら橋下
(自然観察センター前)
5. つげ橋上流
6. 湧水-1
7. 湧水-2
8. 富士見橋下

<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/>

地点Noをクリックすると
周辺の写真が表示されます

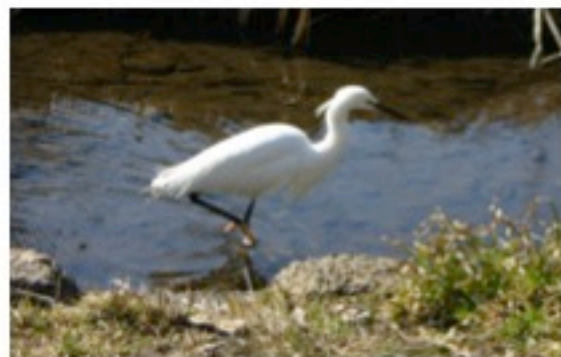
野川訪問プロジェクト: 自然を観る



鴨が泳ぐ野川



ほたる川



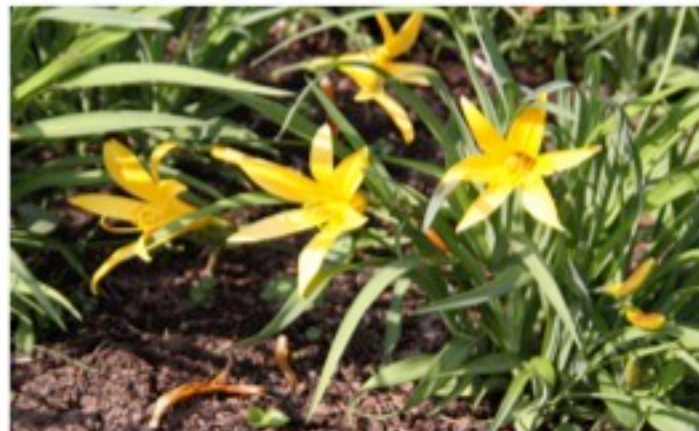
コサギ



湧水でできた丸池



踊り子草



ムサシキスゲ

野川訪問アルバム (ICU生)



国分寺崖線
からの湧水



グローバル（地球）市民として SDGs（持続可能な開発目標）

2015年9月の国連サミットで採択



1. 貧困の撲滅、2. 飢餓撲滅、**食料安全保障**、3. **健康・福祉**、4. 万人への質の高い**教育**、生涯学習、5. ジェンダー平等、6. **水・衛生の利用可能性**、7. **エネルギーへのアクセス**、8. 包摂的で**持続可能な経済成長**、雇用、9. 強靱なインフラ、**工業化・イノベーション**、10. 国内と国家間の不平等の是正、11. **持続可能な都市**、12. **持続可能な消費と生産**、13. **気候変動**への対処、14. **海洋と海洋資源**の保全・持続可能な利用、15. **陸域生態系、森林管理、砂漠化への対処、生物多様性**、16. 平和で包摂的な社会の促進、17. 実施手段の強化と持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化

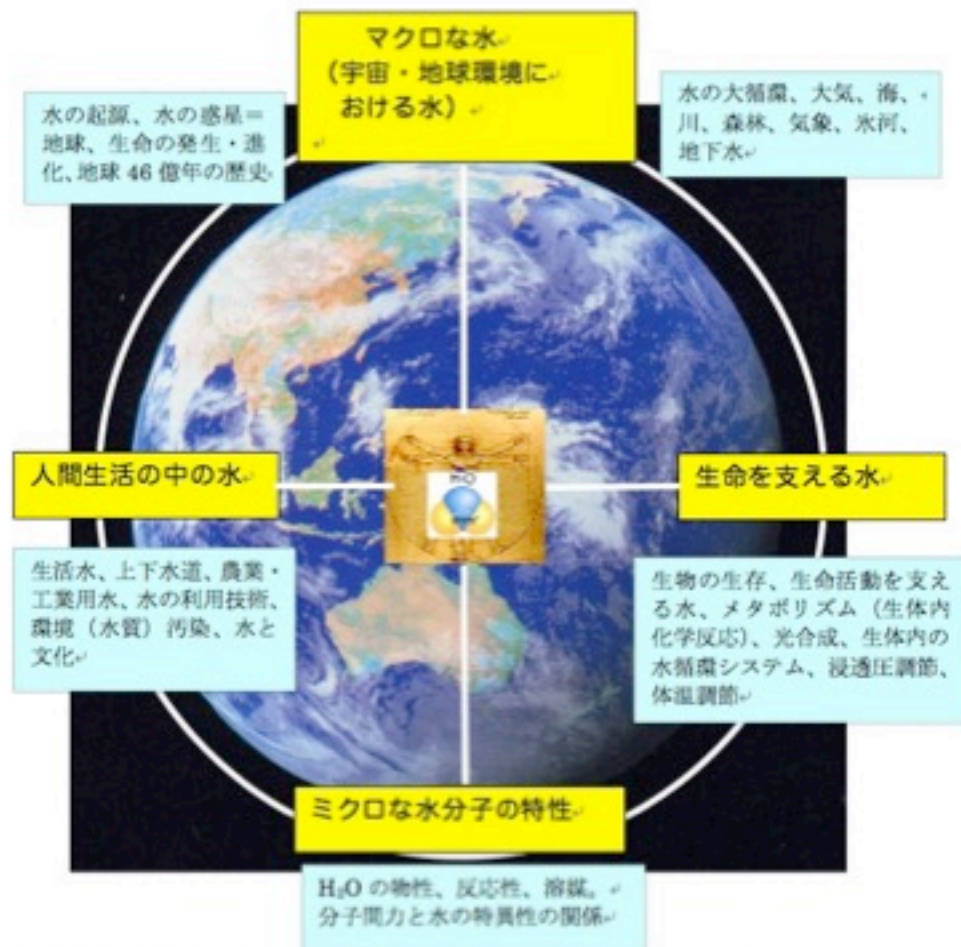
科学リテラシー総合報告書

2008



<http://www.science-for-all.jp/>
科学技術の智プロジェクト

水の自然科学・利用技術・人間との関わり



「水の広場」 (ICUでの講義資料他) に歓迎！

<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/waterstage.html>

第1章 水の不思議



PDF

宇宙・地球環境におけるマクロな水
特殊な物質としてのミクロな水

第2章 水とつきあう



PDF

人間のくらしの中の水
世界の水問題・日本の水問題

第3章 学校の現場から



PDF

あらゆる教科に関わる水
学校で水をどう教えるか

第4章 水から生まれた文化



PDF

精神や文化を生み出した水
水をめぐる文化や芸術

Science Window

バックナンバーから

フォトギャラリー

写真から眺める特集号

水の？質問

一緒に考えてください

水の案内人に聞く



古野輝雄教授

ご清聴を
心より感謝致します！





手作り石けん

肌にやさしい
自然にやさしい

- マンゴスチン入り
 - レモングラス入り
 - モリンガ入り
- *モリンガ: 奇跡の木



CFFマレーシアの敷地と施設

始まっている
自立への動き

魚の養殖

= 子どもの家メインハウス

- ・2015年11月に完成
(費用の大部分が現地の理事会の努力により達成)。
- ・2016年7月現在、男子9名が入所中。
- ・政府の認可を受けたことで、26人まで子どもの受け入れ可能。



子どもの家完成を感謝して丘の上にチャペルを建て、子ども達の未来と平和を祈る時を迎えたい。

持続可能な総合農場+コンポスト

テラピア
ナマズを
養殖中

魚、蛙、鶏などの餌工場

果物の栽培・出荷



マンゴスチン



ドリアン



ランブータン

持続可能な「子どもの家」運営
(サステナブルデザイン) をめざす

地域と共に持続可能にデザインする。

1. 地球システム(環境)を
2. 社会システム(経済)を
3. 人間システム(福祉)を

自給・自立・共生を目指す未来志向システム

環境、経済、福祉におけるサステナブルデザイン生産品の開発、販売と啓発

システム実現のための10か年計画の概要

- **環境**: 再生可能エネルギーの活用とリサイクルによる持続的生活基盤の構築
- **経済**: 環境保全農業による土地の再生、有効活用と生産物のマーケティングによる経済的自立運営
- **福祉**: 社会的生産者としての地域協働型施設運営(地域の未来を担う子どもたちの健全な養育、環境保全型農業と職業訓練の連動)

最終的に目指すゴールは

- ・福祉事業を通じた地域開発モデルとして提言すること
- ・地域の環境を守り、経済自立しながら未来ニーズに応える未来型福祉事業

100%ナチュラル マンゴスチン エンザイム
(ジュースとして)(クリーナーとして)無添加有機石鹸
(レモングラス、モリンガ等の成分入り)

販売(①施設内)



(②地域で)



パパイア



ゴムの木栽培