

脱炭素社会におけるスピルリナ

第10回 E&Cオンライン研修会
令和3（2021）年7月26日（月）

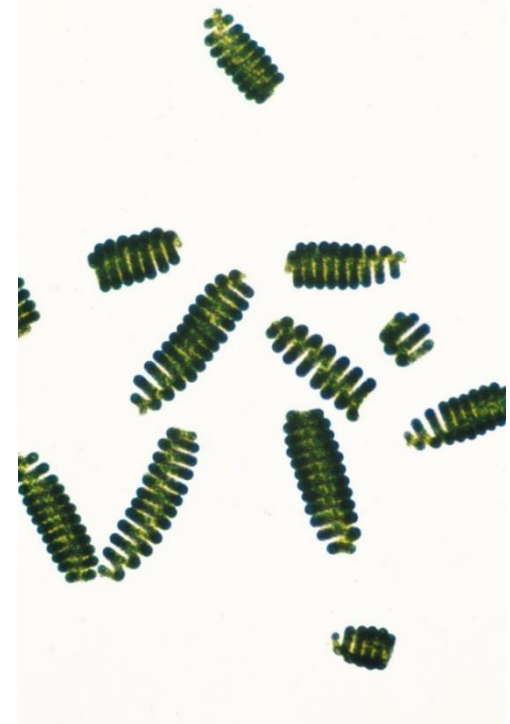
東洋酵素化学株式会社／女子栄養大学 林 修

スピルリナ

世界で最も多く生産されている藻類

Spirulina/Arthrospira platensis

- ▶ 熱帯・亜熱帯地域
強アルカリ塩湖 (pH 10~10.5) に棲息
- ▶ 0.3 ~ 0.5mm、巾6 ~ 12 μ m
浮遊性単細胞微細藻類
- ▶ 1925年 ドイツ藻類学者Geitler によって
藍藻綱 *Cyanophyceae*—ユレモ目
Oscillatoriales として紹介された



原核生物

シアノバクテリア (藍色細菌)
青色光合成色素フィコシアニン

スピルリナの発見

- ▶ 1827年ドイツ植物学者ピエール=ジャン=フランソワ・テュルパン (Pierre Jean François Turpin) が、南米アルゼンチンラ・プラタ河流域にて発見
- ▶ 1925年ドイツ藻類学者Geitler によって初めて紹介された
その後、アフリカ各地の塩湖で発見された
 - ケニア～エレメンティタ湖 (pH 9.4) やナクル湖 (pH 10.5)、ボゴリア湖 (pH 9.8-10.3)
 - エチオピア～アラングアディ湖 (pH 10.3)、キロテス湖 (pH 9.6) など

食用としてのスピルリナ

- ▶ 1940年 フランス 藻類学者 Dangeard P
- ・アフリカ中央部(当時フランス領)チャド湖に近い村の市場でクッキー状の *Dihé* (*dié*) という名前で売られていた
- キビを食すためのソース *biri* を作るのに利用されていた

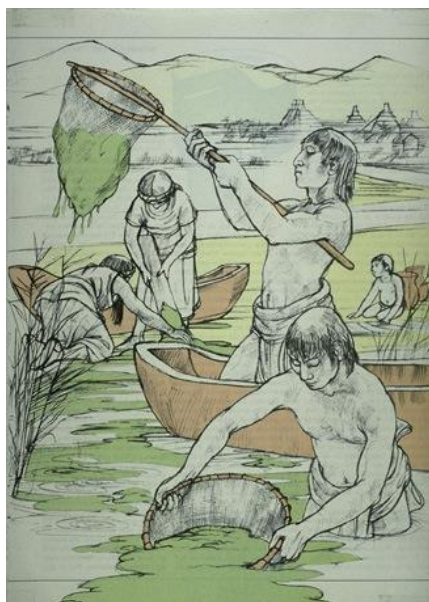


Cifferi O: *Microbiol. Rev.* **47**, 551 (1983)

食用としての歴史は古い

メキシコ・アステカ文明(14~16世紀)においても食用されていた(Cifferi, 1983)

“*Tecuitlatl* (stone excrement)”



Drawing in *Human Nature*,
1978 by Peter T. Furst



スピルリナ *dihé* を砂地に広げて吸水・乾燥させる(Kanembu 族)
FAO Report *The Future is an Ancient Lake*, 2004 (Photo: Marzio Marzot)

スピルリナの食用工業生産

- ▶ 1962年 クレマンClement G(フランス国立石油研究所IFP) メキシコ テスココ湖に近接するソーサ・テスココ社のソーダ製造の水をためるカタツムリ状の池caracol にスピルリナが自生していることを発見

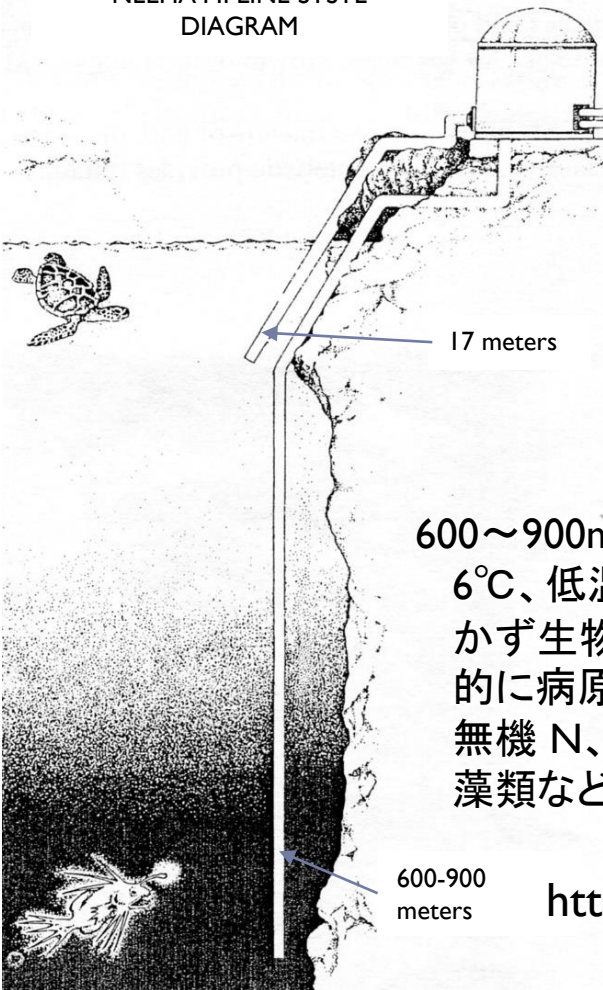
- ・スピルリナ人工培養技術の開発
- ・1967年11月、1972年開催の国際応用微生物会議などで「スピルリナはタンパク質が豊富、将来の食糧源」として世界の注目を集めることとなった
- ・開放流路方式培養(河口 1974; 中村 1978)



中村浩:スピルリナ—新しい食糧 医歯薬出版, 東京(1963年)

海洋深層水 利用の培地によるスピルリナ培養

NELHA PIPELINE SYSTEM
DIAGRAM

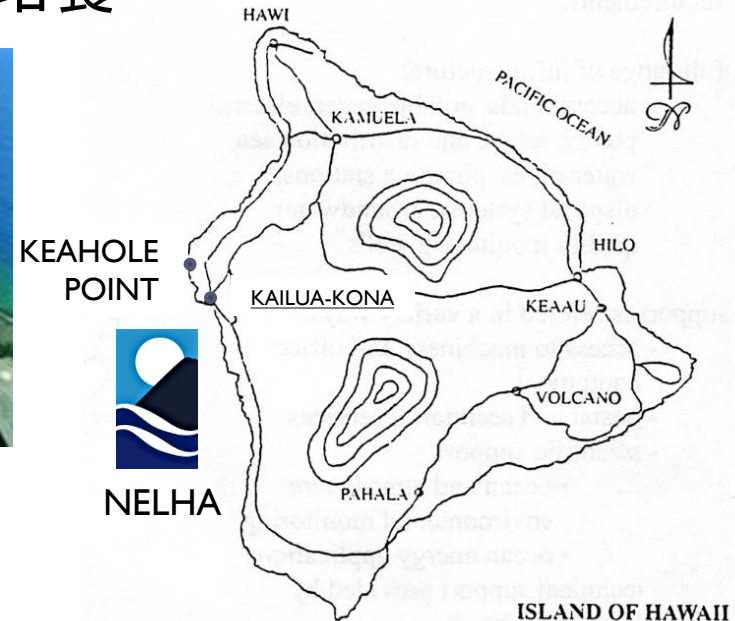


開放流路方式
Raceway open pond

600~900m 海洋深層水
6°C、低温と同時に太陽光も届かず生物が極めて少なく、実質的に病原体のない環境。
無機 N、Si、P が高濃度で、微細藻類などの生育に適している

600-900
meters

<https://www.cyanotech.com/>



ハワイ州立自然エネルギー研究機構
NATURAL ENERGY LABORATORY OF
HAWAII AUTHORITY (NELHA, 1974)
海洋深層水を利用した温度差発電、魚介養殖
工場・企業誘致

Earthrise Nutritionals, LLC (California, U.S.)

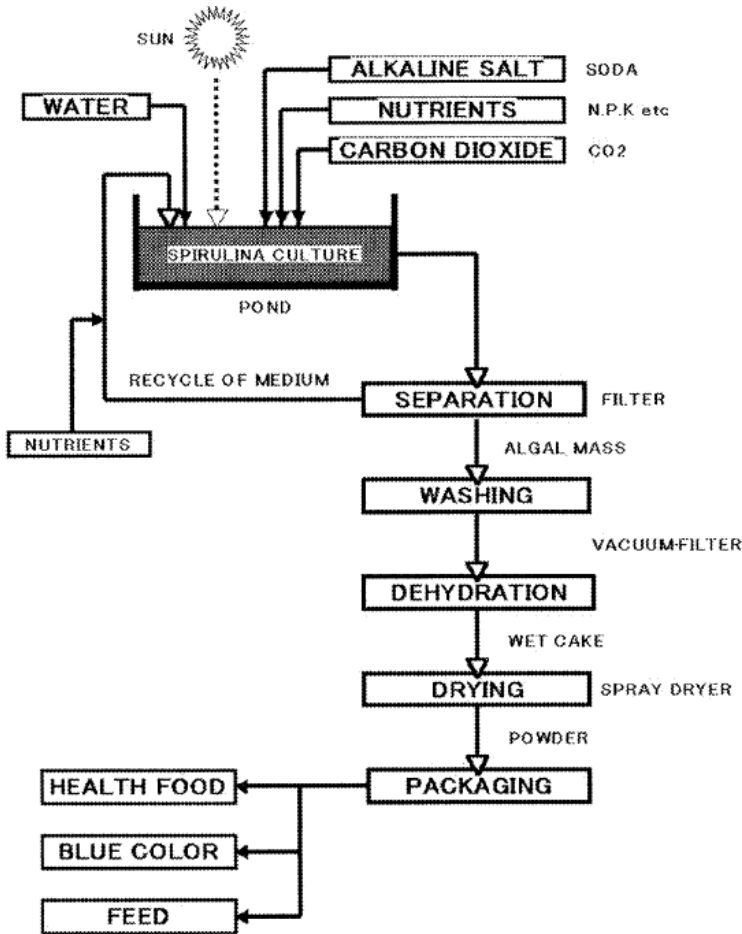
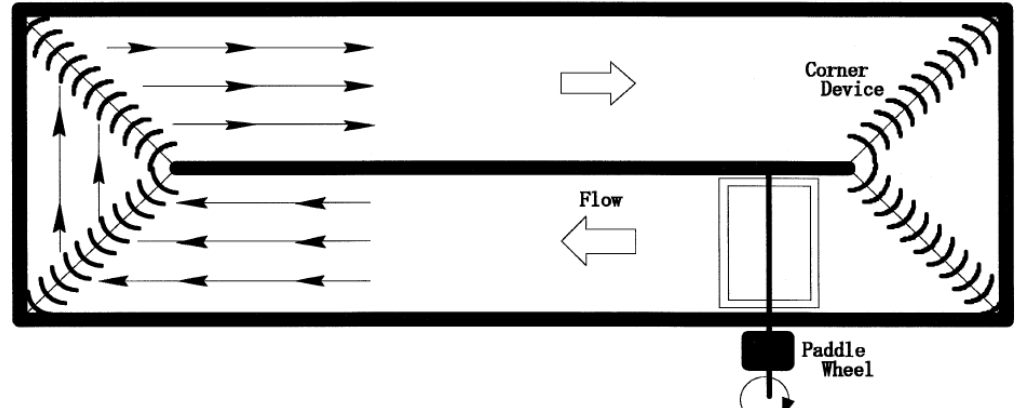


Figure 1. A schematic diagram of production system of *Spirulina*.



Cf. Surface area of an open pond :

Siam Algae : 2,000 m²
 Earthrise Farms : 5,000 m²

Figure 2. A pond design for mass culture of *Sp*

L 654 ft(199.3m) x W 89 ft(27.1m)=5,401m²
 L 489 ft(149m) x W 117 ft(35.7m)=5,319m²
 1985: 10 ponds
 2019: 38 ponds

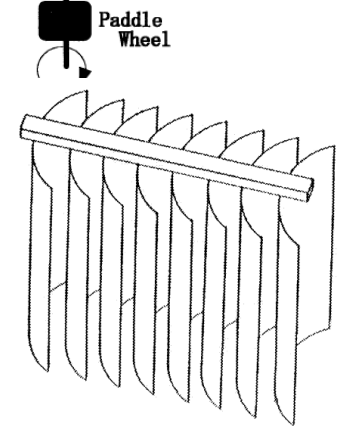


Figure 3. Corner device of the pond (shown in Fig. 2).

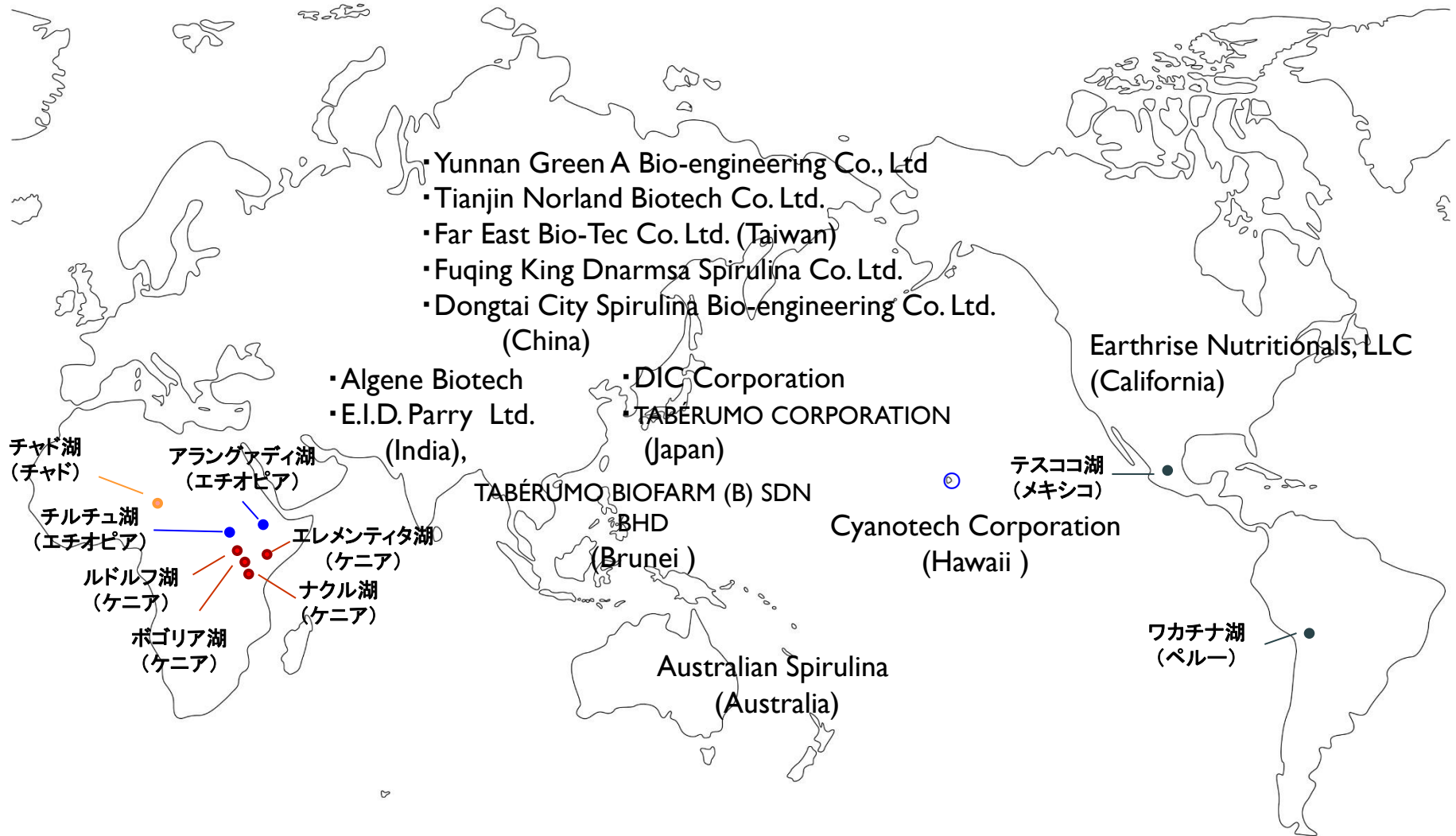


Hidenori Shimamatsu: Mass production of *Spirulina*, an edible microalga. *Hydrobiologia* 512: 39 (2004).

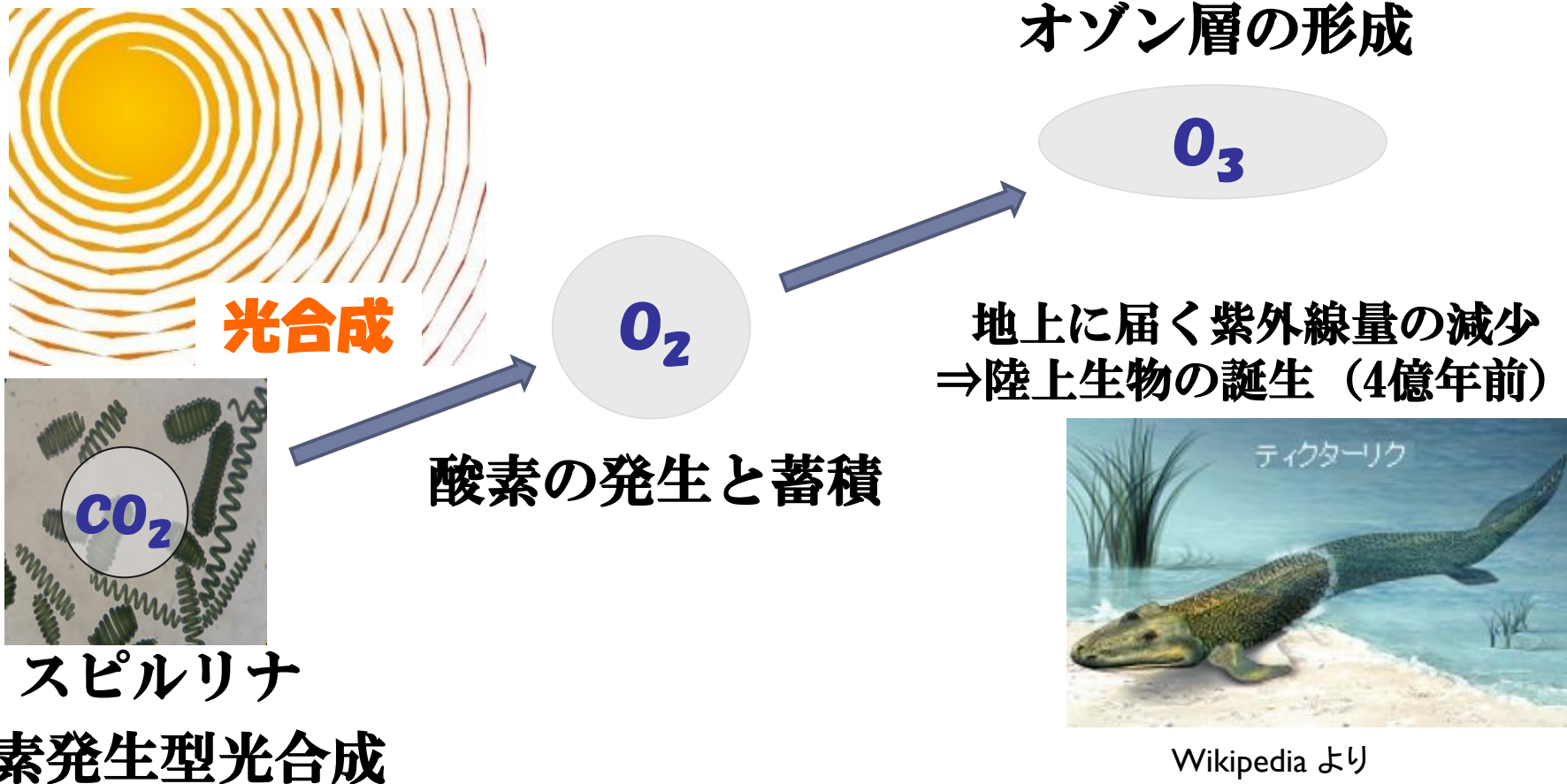
スピリナの利用

- ▶ 健康食品、食品用着色料
 - ▶ 水産養殖用の色揚げ材、家畜飼料
 - ▶ 宇宙食としての研究
-
- ・「いわゆる健康食品」として一般食品に分類
（公財）日本健康・栄養食品協会JHFA～栄養補助食品
 - ・「特定保健用食品（トクホ）」や「栄養機能食品」「機能性表示食品」などと区別される

スピルリナ自生エリア／プラント分布



27億年前に出現 シアノバクテリアの光合成能によって 生命進化の舞台がつくられた



南極 氷の下のタイムカプセル

BSプレミアム 2021年3月3日（水）

南極にあるアンターセー湖底には地球に酸素を生み出したシアノバクテリアの塊が広がり、太古の地球に似た光景を作っている

- ・林立する「こぶ」はシアノバクテリアの集合体
- ・表面の密集した毛状のところから酸素の泡が出ている

35億年前の原始の生態系が現在も続いている



和鉄の道 Iron Road たたら探訪2011 (infokkna.com)

人新世Anthropocene: 人類の活動が地層に
影響を残す新しい地質時代

地球の生命進化
シアノバクテリアは
誕生以来27億年生息している

新生代

318 万年前 アウストラロピテクス・アファ
レンシス(アファール猿人)
650 万年前 霊長類出現

誕生以来27億年生息している

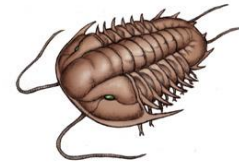
中生代

白亜紀 6500 万年前 恐竜絶滅
ジュラ紀 1.5 億年前 恐竜隆盛
三疊紀 2 億年前 鳥類



古生代

2.5 億年前 爬虫類
～ 両生類
～ 魚類
5 億年前 三葉虫など



原生代

先カンブリア紀

6 億年前 生物進化大爆発
10 億年前 オゾン層形成
20 億年前 真核細胞
25 億年前 多細胞生物



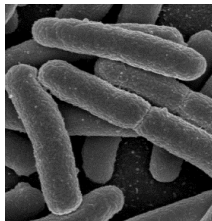
太古代

27 億年前 シアノバクテリア
38 億年前 原核細胞 (真正細菌)

シアノバクテリア

冥王代

40 億年前 原始生命
46億年前 地球誕生



人新世（アントロポセン）～新たな地質時代

Anthropocene

- ▶ 2000年ノーベル化学賞受賞者パウル・クルツツェン博士らが提唱
- ▶ 現代の森林破壊や二酸化炭素排出、工業化、土壌汚染などにより、地球そのものが危機的状況となる
 - ▶ 地球上生物の大量絶滅が過去に5回—地殻変動や火山、凍結、隕石等
 - ▶ 6回目は人類自らが原因を作りつつある

なぜ今、脱炭素化、温室効果ガス排出削減か

その根本には、地球温暖化（気候変動）問題がある

1750年頃の産業革命以降、石炭や石油などの化石燃料を大量に消費する社会に移行。その結果 CO₂などの温室効果ガスが大量に排出され、地球の平均気温は産業革命以前より約1°C上昇。

このままでは、21世紀末には最大で4.8°C上昇する

温室効果ガス GHG; Greenhouse gas

地表からの赤外線の一部を吸収して温室効果（地球温暖化）をもたらす気体。CO₂だけでなく、メタン、N₂O（一酸化二窒素）、フロンガスを含む

Tech Note 「脱炭素化の基礎知識」

<https://www.ipros.jp/technote/basic-decarbonization/>

地球温暖化対策にむけての経緯 国際枠組「パリ協定」

- ▶ 平成9(1997)年:気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3、京都)にて京都議定書採択、2002年:日本 締結
- ▶ 平成27(2015)年:COP21にて地球温暖化対策にむけての国際枠組「パリ協定」採択、平成28(2016)年発効
- ▶ 平成30(2018)年10月:気候変動に関する政府間パネルIPCC 1.5°C特別報告(Global Warming of 1.5°C)

2050年頃には世界のCO₂排出量を実質ゼロに削減し、平均気温上昇を1.5°C未満に抑制する。

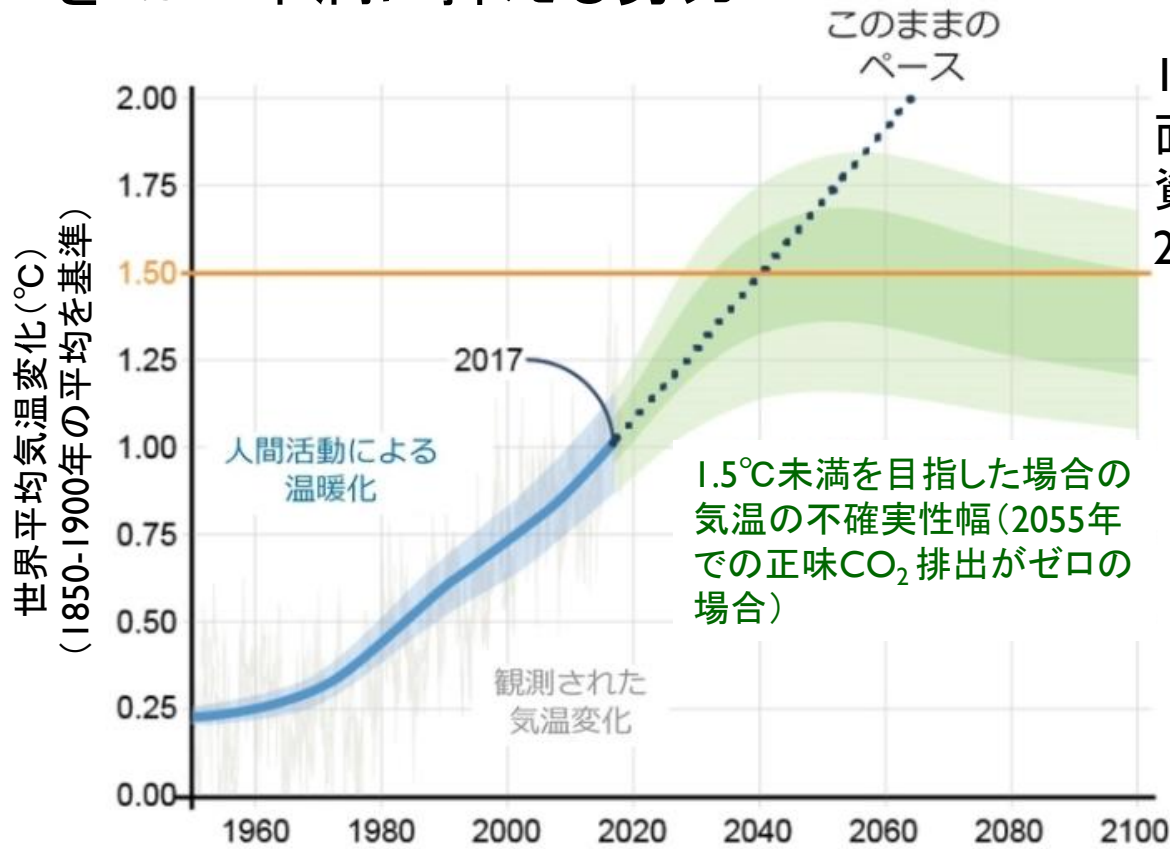
CO₂など温室効果ガスの排出量と吸収・回収量を等しくするカーボンニュートラルを目指す機運が高まった。

環境省HP <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keii.html>



Global Warming of 1.5°C

- ▶ 産業化以前(1850-1900年)の世界平均気温を基準に、その上昇を1.5°C未満に抑える努力



1.5°C温暖化すると、異常気象や海面上昇により生態系、健康、食料資源などのリスクが大きくなる
2°C温暖化すればさらに大きくなる

- ・2021年2月 ヒマラヤ地域の氷河崩壊でインド北部の川大洪水 170人不明
- ・2019年10月温暖化で海面上昇、南太平洋ツバル国土消失の危機

江守正多(国立環境研) <https://news.yahoo.co.jp/byline/emoriseita/20181104-00102886/>

地球温暖化対策 3つの取組み

- ▶ 持続可能な開発目標 (SDGs; Sustainable Development Goals)
2015年9月国連サミット 加盟国の全会一致で採択
「持続可能な開発のための2030アジェンダ」
- ▶ 1.5°Cライフスタイル-脱炭素型の暮らしを実現する選択肢-
2019年2月 (公財)地球環境戦略研究機関(IGES)
平均的な暮らしでの温室効果ガス排出量や脱炭素社会に向けて取りうる選択肢が示された
- ▶ 欧州グリーンディールおよびグリーン・リカバリー(緑の復興)
2019年12月 欧州連合EU 欧州委員会
2020年6月 国際エネルギー機関(IEA)
2050年に気候中立(温室効果ガスの排出ゼロ)の実現とポストコロナでの経済復興

わが国の取組み

(2002年京都議定書締結の後)

- ▶ 平成28(2016)年:「地球温暖化対策計画」閣議決定
- ▶ 令和2(2020)年10月:菅内閣総理大臣 所信表明演説
“2050年カーボンニュートラル宣言”

我が国は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロとするカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す

- ▶ 令和3(2021)年3月:地球温暖化対策推進法一部改正
カーボンニュートラルの実現に向け、再生可能エネルギーを活用した脱炭素化の取組み、推進の仕組み等を定めた

環境省HP <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keii.html>

持続可能な開発目標 (SDGs)

2015年9月国連サミットで採択

「持続可能な開発のための2030アジェンダ」二つの基本理念

1. 地球上の「誰一人取り残さない (leave no one behind)」
2. 「変革」transform



1.5°Cライフスタイル -脱炭素型の暮らしを実現する選択肢-日本語要約版

(公財)地球環境戦略研究機関(IGES) 2020.1.30 発刊

- ▶ 最終消費者である私たちの生活場面(食・住居・移動)でのカーボンフットプリント*を算出・把握し、持続可能な豊かな暮らしのあり方を検討

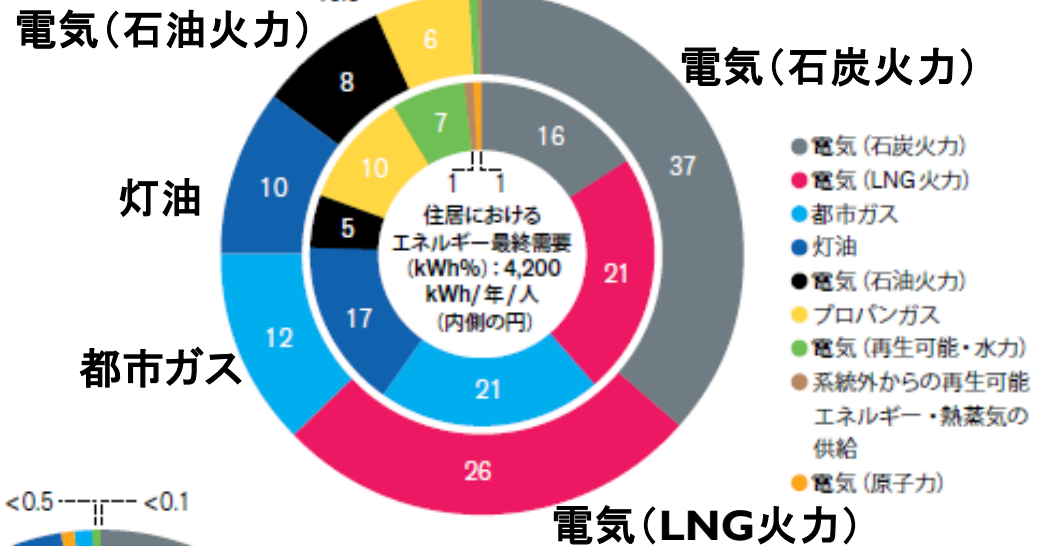
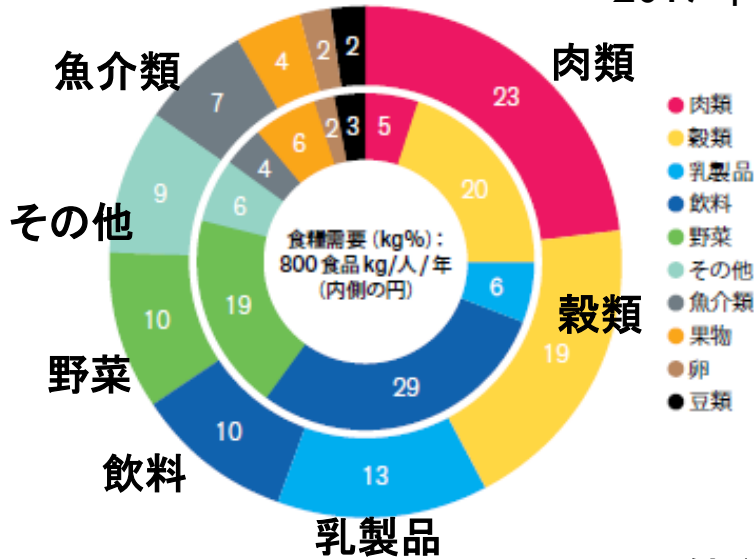


*ライフスタイル・カーボンフットプリント:
私たちのライフサイクル(資源採取、素材の加工、
製品の製造・流通・使用・廃棄)で生じる温室効果ガス～炭酸ガス相当量CO₂e

下記URL からpdf 入手可
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/15-lifestyles/ja>

日本人のライフスタイル・カーボンフットプリントの約70%は「食」「住居」「移動」に関連

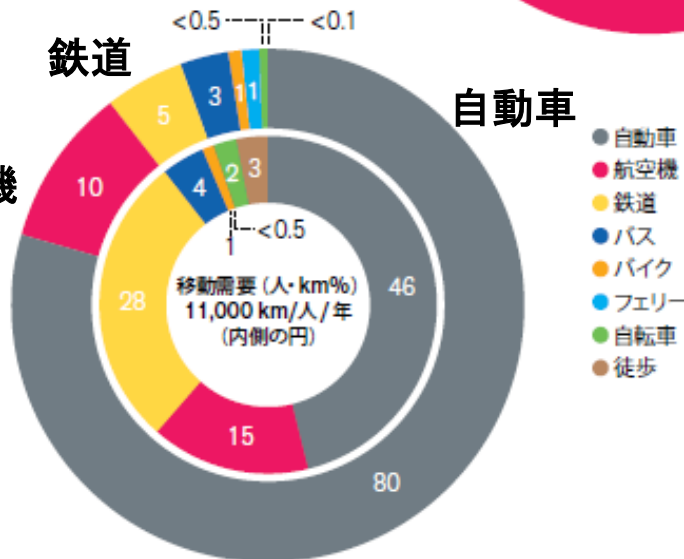
2017年時点の推計値



1. 「食」に関連するカーボンフットプリントおよび物的消費量の割合

2. 「住居」に関連するカーボンフットプリントおよび物的消費量の割合

3. 「移動」に関連するカーボンフットプリントおよび物的消費量の割合



「1.5°C目標」 要点

- ▶ 1人当たりのライフスタイル・カーボンフットプリントを2050年までに91%削減する
- ▶ 食品ロス削減、肉類や乳製品を制限しその代替品を考える
- ▶ 生産・流通にかかわるシステムの変革と個人・家庭でのライフスタイルの転換—生産者と消費者が相互に働きかける好循環を形成・推進

「持続可能な健康な食事」のための指針 FAO/WHO 2019

抜粋



SUSTAINABLE HEALTHY DIETS
GUIDING PRINCIPLES



▶ 健康

全粒穀物、豆類、多様な果物と野菜の摂取、家畜肉類や卵、乳・乳製品の中程度摂取

▶ 環境

水と土地、窒素とリンの使用、温室効果ガス及び化学汚染物質が目標設定内

▶ 社会的文化的

食品ロスと廃棄物の削減

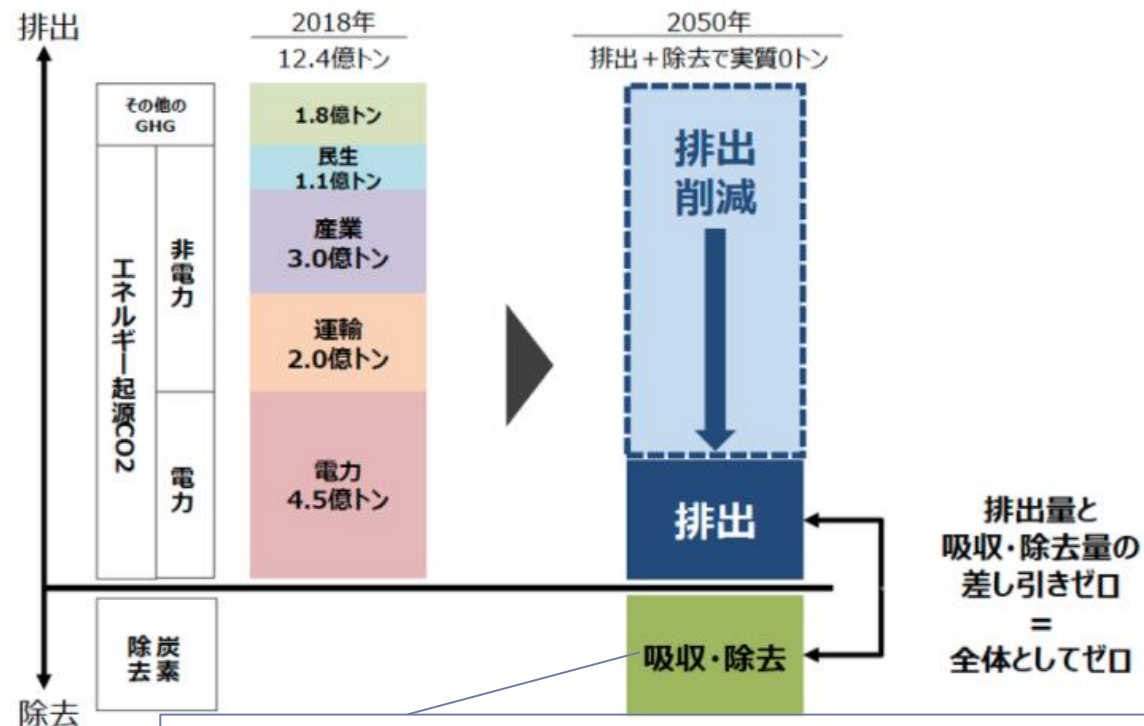
Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization,
"Sustainable Healthy Diets Guiding Principles" 2019

「カーボンニュートラル」って何ですか？

▶ 2050年カーボンニュートラル宣言(2020年10月)

2050年までに温室効果ガス(CO₂、メタン、N₂O、フロンガス)の排出をゼロにする

2018年現在の
エネルギー起源のCO₂量
10.6億トン(日本のGHGの85%
を占める)



ネガティブエミッション技術
植林
大気中のCO₂を直接回収・貯留する技術(DACCS)
CO₂の回収・貯留と並行するバイオマス燃料利用(BECCS)

経済産業省 資源エネルギー庁HP

温室効果ガスゼロを目指す再生可能エネルギー

中国、太陽光パネル延々5キロ
温室ガスゼロへ、加速

中国陝西省人口約1千人の榆舎村
谷間の太陽光パネルは5キロ以上先
まで続く



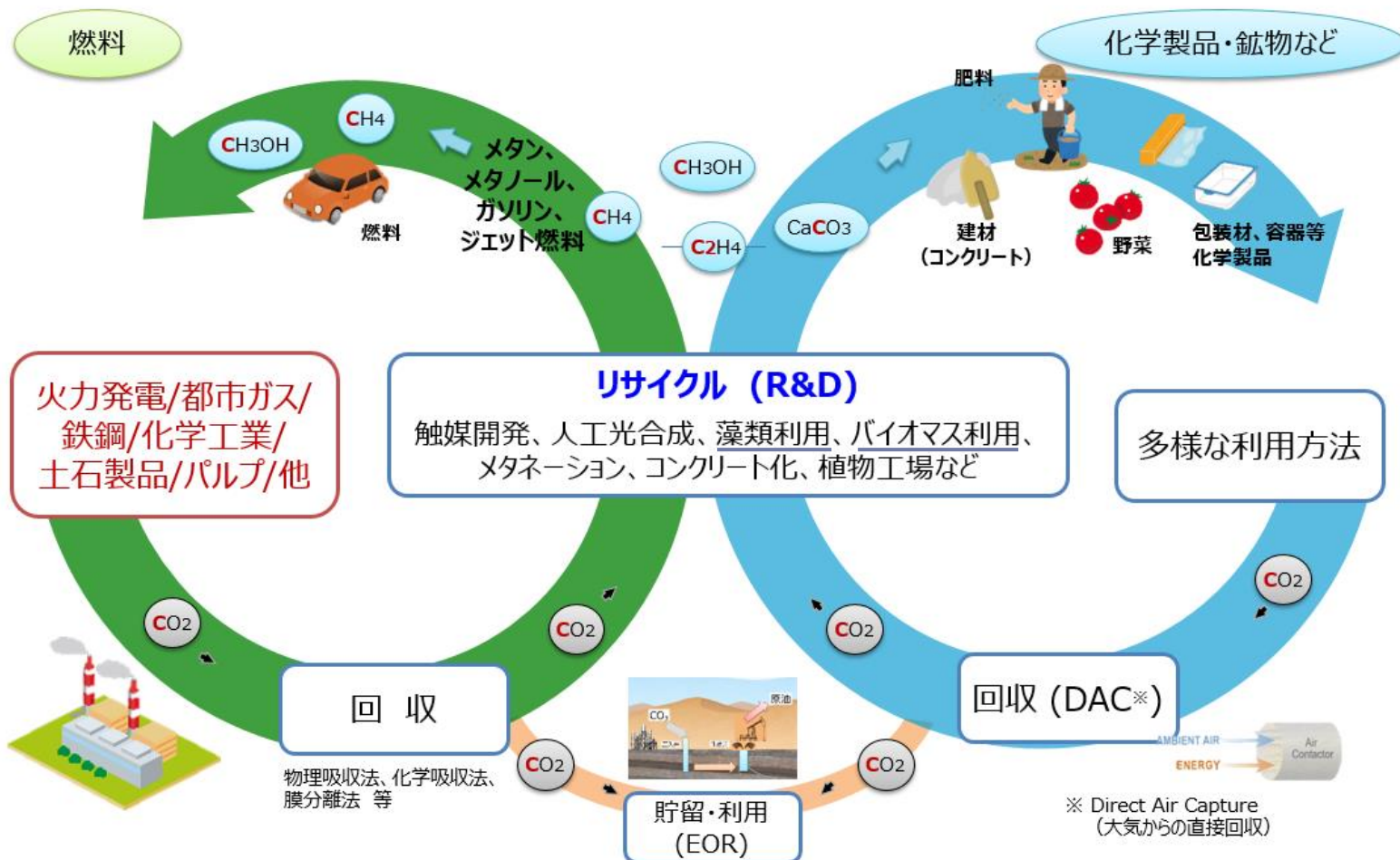
(東日本大震災10年)「再エネ100%」福島
の挑戦 太陽光・風力拡大、2040年目標

太陽光発電は全国首位で、風力も建設ラッシュ
が起きつつある

(朝日新聞 2021.3.9、GLOBE+ 2021.6.9)

「カーボンニュートラル」実現のカギを握る 「カーボンリサイクル」(CO₂を資源として活用する) 技術

- ▶ 光合成によりCO₂を吸収する微細藻類バイオマス利用はカーボンリサイクル技術の一つ



バイオマス Biomass

再生可能な生物由来の有機性資源で、化石資源を除いたもの

1. 廃棄物系バイオマス

- ▶ 家畜排せつ物、下水汚泥、食品廃棄物、製材工場等残材
- ▶ バイオマス発電: 牛排泄物の発酵(CH_3 ガス)、生ゴミ、木くず利用

2. 未利用系バイオマス

- ▶ 農作物非食用部、林地残材

3. 資源作物

- ▶ 微細藻類等
- ▶ バイオマスを用いたバイオ燃料(biofuel)

農林水産省 九州農政局

<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/index.html>

バイオマス資源としての微細藻類

▶ グリーンバイオ（食糧・環境関連）

畜産や水産養殖の飼料、機能性食材としての利用・・・クロレラ、スピルリナ、ドナリエラなど

▶ レッドバイオ（医療・健康関連）

医薬品や疾患予防、補助栄養剤（サプリメント）としての利用・・・ヘマトコッカス、ラビリンチュラなど

▶ ホワイトバイオ（工業・エネルギー関連）

石油やプラスチックなど非可食の化学品原料としての利用・・・ボトリオコッカス、シュードコリシスチス、イカダモ、オーランチオキトリウムなど

バイオマス資源としての微細藻類

種類	用途	有効成分	製造メーカー・研究機関
クロレラ <i>Chlorella</i>	健康食品 栄養剤 魚類飼料	高蛋白質 β-1,3 グルカン ビタミンB	クロレラ工業(株)
スピルリナ <i>Spirulina</i>	健康食品 栄養剤 魚類飼料	GLA(γ リノレイン酸) フィコビリ蛋白質, β カロテン ビタミン類	Cyanotech, Earthrise, DIC, Taberumo etc.
ドナリエラ <i>Dunaliella</i>	健康食品 魚類飼料	β カロテン	(株)日健総本社, Seambiotec
ヘマトコッカス <i>Haematococcus</i>	健康食品	アスタキサンチン	Cyanotech, (株)富士化学工, 富士フィルム(株)
ユーグレナ <i>Euglena</i>	健康食品 魚類飼料 バイオ燃料	ビタミン類 アミノ酸, β-1,3 グルカン	(株)ユーグレナ, 東京大学
ボトリオコッカス <i>Botriococcus</i>	バイオ燃料 バイオ化学品原料	淡水系, 油脂を体外に排出	筑波大学
オーランチオキトリウム <i>Aurantiochytrium</i>	バイオ燃料 バイオ化学品原料	ボトリオコッカスの10 倍の脂質 生成能力	筑波大学
シュードコリスチス <i>Pseudochoricystis</i>	バイオ燃料		(株)デンソー, 慶応大学

三井物産戦略研究所 戦略研レポート(2011年)を改変

温暖化対策への微細藻類利用

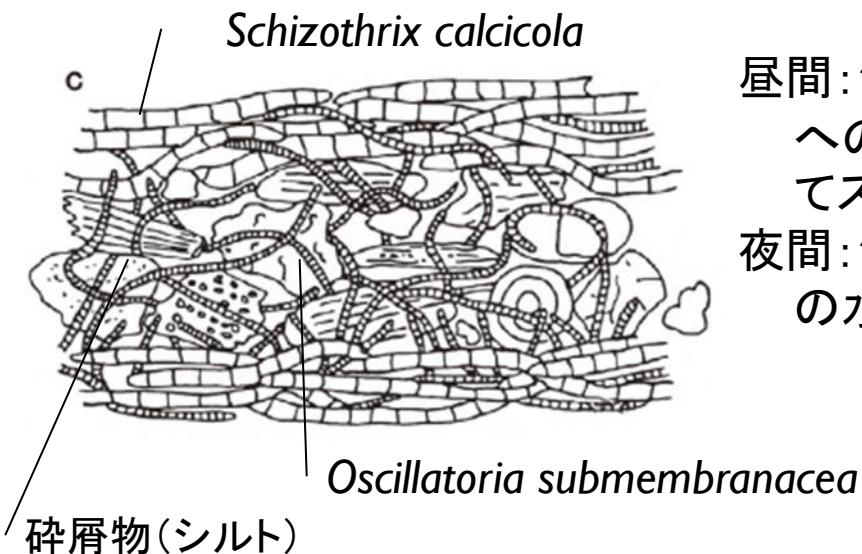
- ▶ 藻バイオマスによる脱原発と温暖化対策の可能性(2012年 橋本 正明)
 - ▶ ボトリオコッカス (*Botryococcus braunii*)、オーランチオキトリウム (*Aurantiochytrium limacinum*) がつくる炭化水素をバイオ燃料として利用
- ▶ 温室効果ガスの排出量の低減に直接つながる藻類バイオマス利用技術等の開発(2010年 農林水産省農林水産技術会議)
 - ▶ CO₂高吸収藻バイオマスから炭化水素、脂肪酸等のエネルギー、その他有用物質を低コストに回収し、温室効果ガス排出量低減につなげる
- ▶ 微細藻バイオマスのカスケード利用に基づくバイオジェット燃料次世代事業モデルの実証研究(2020年 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO)
 - ▶ 地球温暖化防止対策としてのバイオジェット燃料の普及推進
三菱ケミカル(株)、(株)ユーグレナ、(株)デンソー等

-
- ▶ 多彩な戦略で挑むシアノバクテリア由来の燃料生産ー持続可能な第三世代バイオ燃料生産の最前線
日原由香子ら：化学と生物 55(2), 88-97 (2017)
 - ▶ Cyanobacterial Farming for Environment Friendly Sustainable Agriculture Practices: Innovations and Perspectives
Pathak J et al.: *Frontiers in Environmental Science* February 2018, Vol. 6 Article 7
 - ▶ 藻類を活用した日本発の企業連携型プロジェクト『MATSURI』始動
 - ▶ 光合成藻類の生産を通じたカーボンニュートラル実現の推進、パートナー企業間連携(2021年5月27日)
ちとせグループ、ENEOS、三井化学、花王、三菱ケミカル、興和、DIC、富士化学工業

シアノバクテリアによるストロマトライト形成

5億年前 先カンブリア紀からつづく堆積物
西オーストラリア シャーク湾, ハメリンプール

世界遺産「絶景！オーストラリア200キロの湾」TBS 2021年6月6日



昼間: シアノバクテリア (*Schizothrix calcicola*) の上方向への成長、碎屑物(シルト、石灰粉末層)が固着してストロマトライト (CaCO_3 方解石) が生長.

夜間: シアノバクテリア (*Oscillatoria submembranacea*) の水平方向へ成長、碎屑物の固定が顕著.



マット状の藍藻が石灰化 (CaCO_3 方解石 calcite 形成) し、化石化した堆積物

高さ 50-60 cm,
年 0.4 mm 成長

[Stromatolites \(healingstoneshealingcrystals.com\)](http://healingstoneshealingcrystals.com)

スピルリナ光合成による温室効果ガス削減

CO₂ 1,300トン



生産

スピルリナ 800トン

+

O₂ 970トン

【スピルリナの光合成により
発生する酸素量】

スピルリナ年間生産量、800トン

- ▶ 光合成によって消費される炭酸ガスCO₂量は、1,300トン
- ▶ 発生する酸素O₂量は、970トン

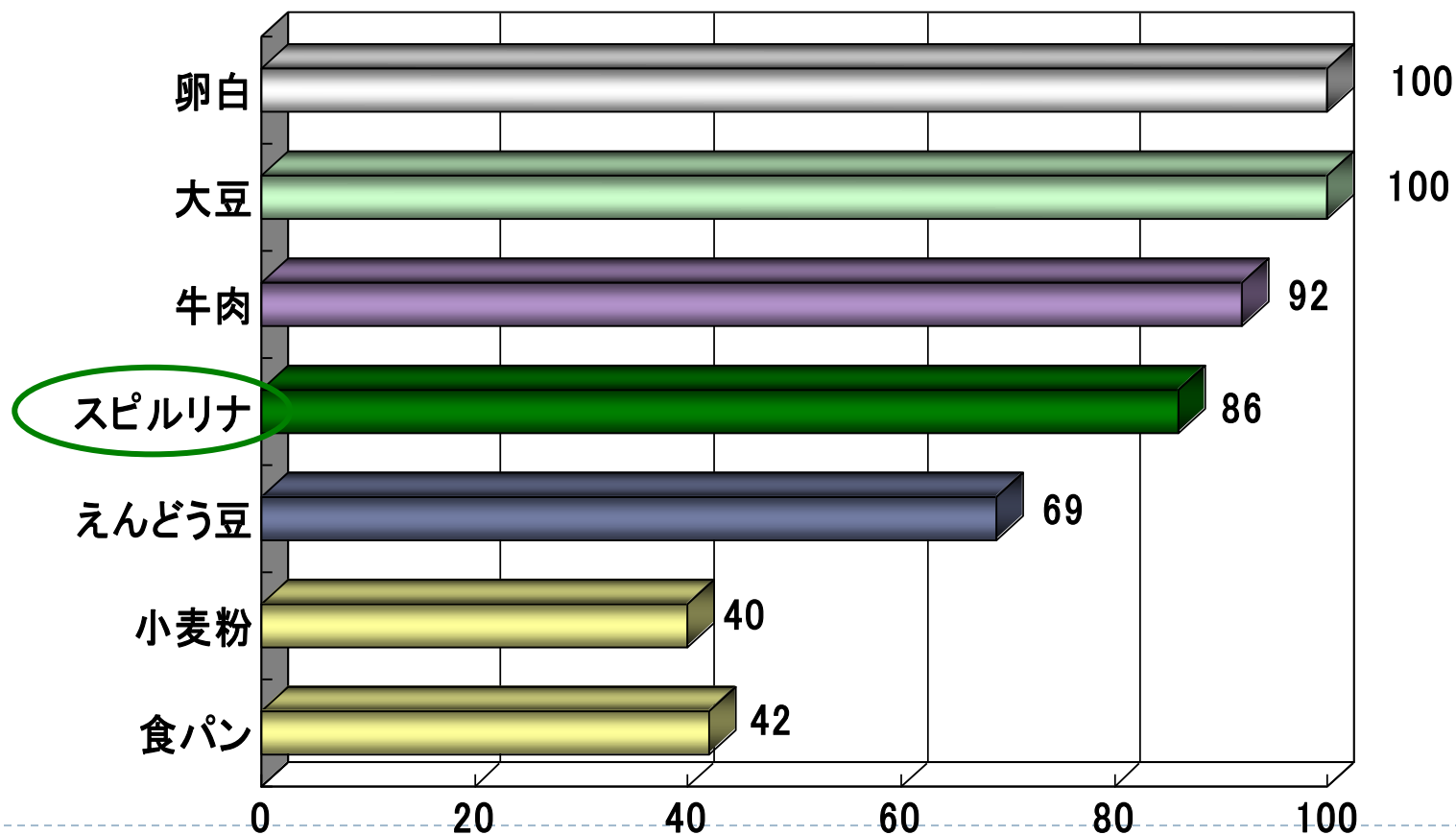
スピルリナの二酸化炭素ガス消費と酸素生成量試算

スピルリナ重量	O ₂ 生成量	スピルリナkg あたりO ₂ 生成量		スピルリナkg あたりCO ₂ 消費量	スピルリナ1000トン あたりO ₂ 生成量	スピルリナ1000トン あたりCO ₂ 消費量	文献
					1212トン	1625トン	DIC HP
1.2 g/L	1.2 m ³ /m ³	1.0 m ³	1.43 kg	1.96 kg	1430トン	1960トン	藤田ら 1996
0.8 g/L	0.5 m ³ /m ³	0.63 m ³	0.89 kg	1.23 kg	890トン	1230トン	藤田ら 1996
110 mg/L	CO ₂ 固定量: 191 mg/L			1.73 kg	1260トン	1730トン	da Rosa et al., 2016
83 mg/L	CO ₂ 固定量: 410 mg/L			4.94 kg	3600トン	4940トン	Shabani et al., 2016
平均					1198トン	1636トン	

バランスのとれたタンパク質

高いタンパク含量； 2.5g/4g中（スピルリナー日摂取量）

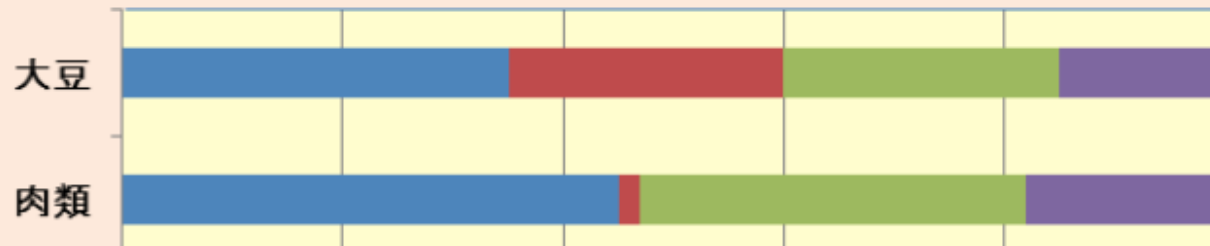
高いアミノ酸価



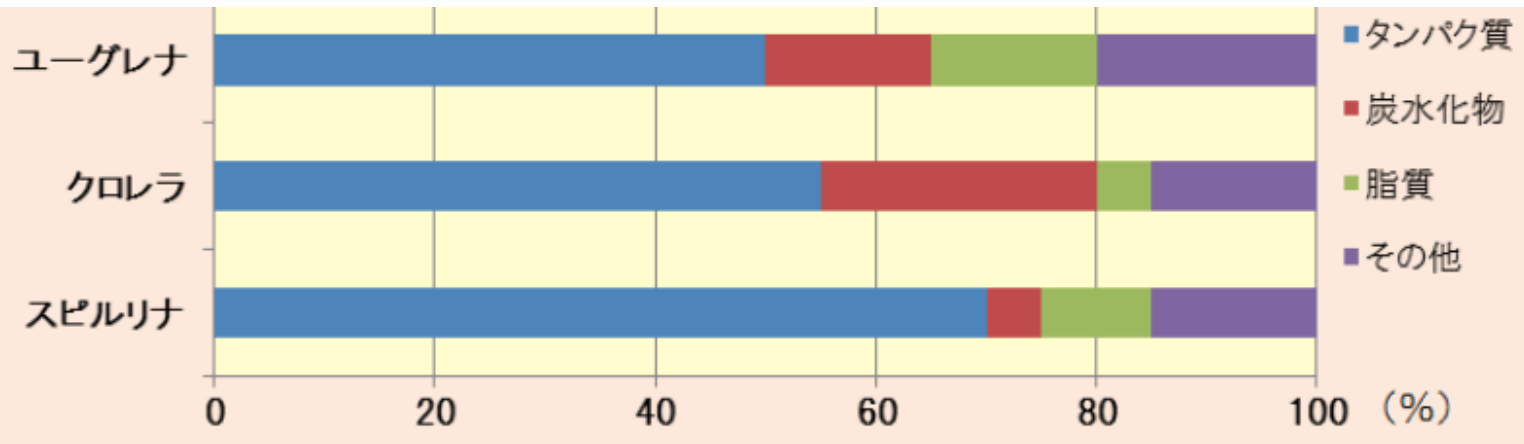
-
- ▶ 家畜獣肉類は1kgあたりのカーボンフットプリント(温室効果ガス排出量)は、様々な食品のうちで最も大きい
 - ▶ 家畜獣肉に替わるタンパク質源としてのスピルリナ

藻類－生産効率に優れたタンパク質源

主な藻類と大豆・肉類の栄養素組成



スピルリナの単位面積あたりのタンパク質生産効率は肉類や大豆と比べても高く、地球上で最も生産性の高い生物のひとつ



肉に替わる新タンパク源を探せ！ 将来の「タンパク質危機」に挑むフードテック企業
INSIGHT NOW! 2019.07.24

高いタンパク質生産効率

スピルリナの単位面積あたりタンパク質生産量は一般食用作物に比較して高い

作物／藻類	総生産量 (トン/ha/年)	タンパク質含量 (%)	タンパク質生産量 (トン/ha/年)
小麦	6.7	9.5	0.64
トウモロコシ	14.0	7.4	1.04
大豆	4.0	35.0	1.4
スピルリナ	65	65.0	42

タンパク質1kg産生に要する土地面積および水量は少ない

タンパク源	面積(m ²)	水量(gal)
トウモロコシ	22	3,280
大豆	16	2,340
穀類飼料牛肉	193	27,500
スピルリナ	0.75	660

Kay RA: Crit Rev Food Sci Nutr **30**, 555 (1991)

脂質生産

代表的作物と微細藻類との比較

	油脂生産量 (リットル/ha/年)	世界の石油需 要を満たすの に必要な面積 (100万 ha)	地球上の耕作 面積に対する 割合 (%)
トウモロコシ	172	28,343	1,430.0
綿実	325	15,002	756.9
大豆	446	10,932	551.6
菜種	1,190	4,097	206.7
ジャトロファ	1,892	2,577	130.0
ココナツ	2,689	1,813	91.4
パーム油	5,950	819	41.3
微細藻類	136,900	36	1.8

ジャトロファ：
トウダイグサ科、熱帯・亜熱帯
地域の痩せた土地でも育つ。
種子は含油率が高い。

『新しいエネルギー藻類バイオマス』（渡邊信編）

微細藻類は

- ・単位土地面積当たりの収率が圧倒的に高い
- ・通年での収穫が可能
- ・食糧とは競合しない
- ・光合成によるCO₂の固定化能力が高い

戦略研レポート 2011.12.5

2030年度の電源構成の目標（エネルギー基本計画） ／温室効果ガスの削減目標は達成できるか

温暖化対策の国際ルール「パリ協定」：温室効果ガスの削減を求め、気温上昇を1.5℃に抑える

日本のCO₂排出量は国別で5番目に多く、排出量の約4割は電力部門による。総発電量の76%を化石燃料による火力発電が占める

- ▶ 政府は昨年12月「グリーン成長戦略」を策定
 - ▶ 火力発電を減らして再生可能エネルギーを最大限導入、2035年までに車の動力源をガソリンから電気や水素に置き換える。CO₂を出さない発電燃料～水素やアンモニア、洋上風力発電などの開発・実用化を支援
 - ▶ 2030年度には温室効果ガス削減率を、これまでの「26%」から「46%」とする中間目標を打ち出した（2021年4月）
 - ▶ さらに再生可能エネルギーの割合を、（今の目標（22～24%）から）「30%台後半」に引き上げる方向で調整（EUでは65%に引き上げた）
- ▶ 短期間で設置できる太陽光発電が頼り（原発の行方、位置づけが懸念）
- ▶ CO₂排出に価格をつけ、削減を促す“炭素税”や“排出量取引”など「カーボンプライシング」について経産省と環境省が議論を始めている
- ▶ 家庭や企業も「痛み」は避けられない

2021年7月5日朝日新聞デジタル 記事

-
- ▶ 生産効率の非常に高いタンパク源としてのスピルリナ
 - ▶ 温室効果ガス削減に貢献する「地球にやさしい食糧資源」としてのスピルリナ

新型コロナの問題が収束しても、今後また新しい感染症が生じる可能性は高い(2020年 IEA グリーン・リカバリー)

- ▶ コロナ禍、ポストコロナに向けてスピルリナ利用価値は継続する

ご清聴ありがとうございました

免疫抑制薬内服中の患者さん

シクロスポリン、タクロリムス、ミゾリピン、MMF、アザチオプリンなどの免疫抑制薬内服中は、麻疹や水痘などのウイルス感染症のリスクが高い。



ジレンマ...

免疫抑制薬の添付文書には、生ワクチンは併用禁忌と書かれており、必要な予防接種が受けられない状況になっている。

生ワクチンと不活化ワクチン

生ワクチン: 生きたウイルスの病原性を弱めてワクチンにしたもの
免疫不全患者では接種ができない

麻しん風しん混合(MR)ワクチン
麻しんワクチン
風しんワクチン
水痘ワクチン
おたふくかぜ(ムンプス)ワクチン
BCG

不活化ワクチン: 病原性は死滅させておりその抗原のみ含むもの
免疫不全患者でも接種可能

インフルエンザワクチン
日本脳炎ワクチン
肺炎球菌ワクチン
Hibワクチン
4種混合ワクチン(ジフテリア、破傷風、百日咳、ポリオ)
B型肝炎ワクチン

新型コロナウイルスワクチン:mRNAワクチン

ラジオNIKKEI 感染症TODAY 2019.12.16

コロナワクチン投与時における免疫抑制薬の扱い

「基本的には接種前後で免疫抑制剤やステロイドは変更せず継続すべきであり、具体的にどうするかについては、担当医とご相談する」(2021年2月20日 日本リウマチ学会提言)

リウマチ膠原病患者におけるコロナワクチン接種と免疫抑制剤 使用のタイミング(米国リウマチ学会(2021年4月28日))

薬剤一般名、通称名	先発品名	延期・休薬のタイミング
メトレキサート	リウマトレックス	接種後1週間休薬(1回目、2回目ともに)
ミコフェノール酸モフェチル	セルセプト	接種後1週間休薬(1回目、2回目ともに)
JAK阻害薬	※5種類	接種後1週間休薬(1回目、2回目ともに)
アバタセプト皮下注射	オレンシア皮下注	接種前1週間・後1週間休薬(1回目のみ)
アバタセプト点滴	オレンシア点滴静注	点滴4週後に接種、その1週後に点滴(1回目のみ)

※5種類のJAK阻害薬＝ゼルヤンツ、オルミエント、スマイラフ、リンヴォック、ジセラカ

▶ イスラエルのデータ(欧州リウマチ学会 2021年6月3)

- ▶ 免疫抑制剤治療リウマチ膠原病疾患(関節リウマチ、乾癬性関節炎、全身性エリテマトーデスなど)患者653人(平均56歳)では、コントロール群121人(平均50歳)に比べてコロナワクチン(ファイザー製)投与後の抗体陽性率が低く、特にリツキシマブ(リツキサン)、アバタセプト(オレンシア)、MMF(セルセプト)は顕著、メトレキサートやステロイドでもやや低下傾向

▶ 英国のデータ(2021年4月26日)

- ▶ 炎症性腸疾患(潰瘍性大腸炎とクローン病)患者TNF阻害薬インフリキシマブ(レミケード)群865人は、炎症性腸疾患用バイオ製剤ベドリズマブ群428人に比べてコロナワクチン(ファイザー製、アストラゼネカ製)1回目投与後の抗体価は低かった

「基本的には接種前後で免疫抑制剤やステロイドは変更せず継続する」(2021年2月20日 日本リウマチ学会)

- ・主治医から指示に従う。
- ・病気が安定している場合、一時的に休薬する。病気は安定しているが悪化するのが心配な場合は、免疫抑制薬を継続しながらワクチンを打つという選択肢も。