



独立行政法人国立高等専門学校機構

久留米工業高等専門学校

National Institute of Technology, Kurume College

〒830-8555

福岡県久留米市小森野 1-1-1

✉ Q.info@ON.kurume-nct.ac.jp

Tel : 0942-35-9300 (代表)

Fax : 0942-35-9307

第9回 先端工学特論 特別講義(2019.12.6)



持続可能な開発目標 (SDGs) を 念頭に置いた地球環境への取組み

佐藤勝昭

東京農工大学名誉教授

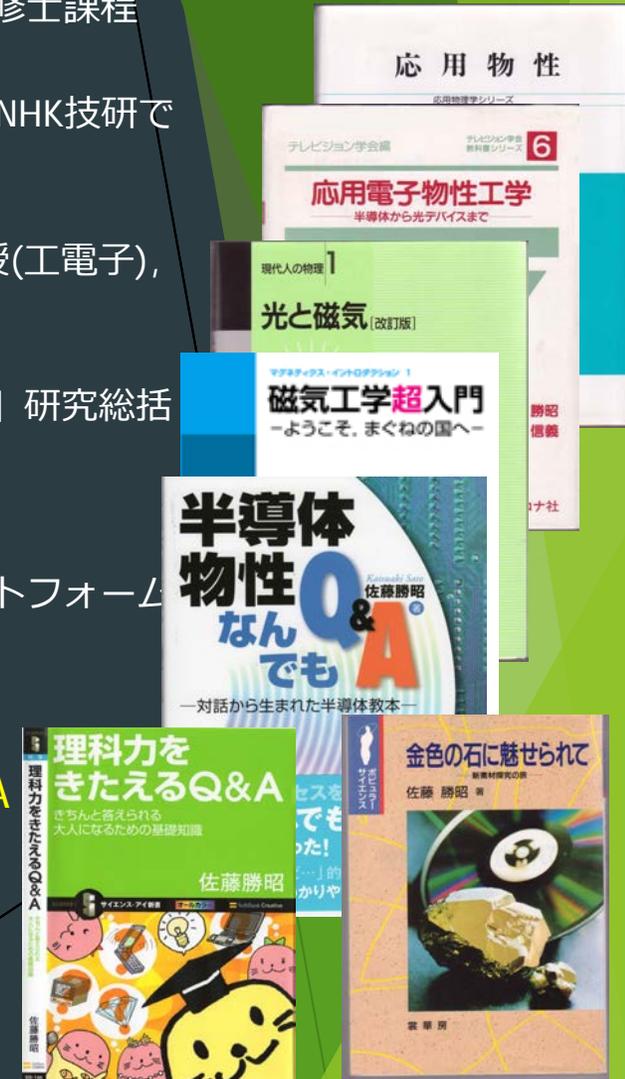
科学技術振興機構(JST) 研究開発戦略センター(CRDS) 特任フェロー

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム プログラムディレクター

自己紹介



- ▶ 1966年京都大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程
修了
- ▶ 1966年-1984年 日本放送協会(NHK), 68年~84年NHK技研で
放送技術の基礎研究
1978年京都大学から工学博士の学位授与
- ▶ 1984年-2007年 東京農工大学, 84年~89年助教授(工電子),
1989年~2005年 教授(工・電子情報専攻),
2005年~2007年 理事・副学長
- ▶ 2007年~2013年 JSTさきがけ「次世代デバイス」研究総括
2008年~2019年 JST研究広報主幹
2010年~2018年 JST研究開発センターフェロー
2018年~ 同特任フェロー
- ▶ 2017年~ 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム
PD
- ▶ **主な著書：**
応用物性、応用電子物性工学、光と磁気、
磁気工学超入門、半導体物性なんでもQ&A
理科力を鍛えるQ&A、太陽電池のキホン



この講義で学ぶこと

久留米高専には、
材料システム工学科、生物応用化学科、
制御情報工学科、電気電子工学科、
機械工学科の5学科があります。



- ▶ 皆さんは、何のために、このような学問や技術を学ぶのでしょうか。
それは豊かで快適な社会を作るためです。
- ▶ 材料システムでは、材料や素材を通じて、生物応用化学では、バイオ技術や食品を通じて、制御情報ではICTやAIを通じて、電気電子では、エレクトロニクスを通じて、機械では、モビリティやロボットを通じて、**人々の暮らしや健康、安心安全な社会に貢献します。**
- ▶ **ところが**、先端技術となるものづくりや生活を豊かにすることによって生じる**資源の消費、エネルギーの消費、環境汚染問題、自然破壊や地球温暖化の進行**などの**地球持続の問題**に、必ずしも配慮してこなかったのではないのでしょうか。
- ▶ **国連**では、地球の持続性に配慮しながら社会を豊かにするための目標を定めました。これが**SDGs**です。講義ではSDGsに科学がどのように貢献できるかを学びます。

SDGsってなに？

- ▶ SDGsは、Sustainable Development Goals(持続的開発目標)の略で、2015年に国連総会において全会一致で採択された17の目標と169のターゲットです。
- ▶ これらは、わが国を含む地球的・人類的課題を包摂して掲げた国際的な目標です。

「誰一人取り残さない(No one left behind)」
持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現
のための2030年を年限とする17の国際目標
です



社会・経済・環境の三側面



社会の基盤をつくろう

① 貧困 1 貧困をなくそう 	② 飢餓 2 飢餓をゼロに 	③ 保健 3 すべての人に健康と福祉を 	④ 教育 4 質の高い教育をみんなに 	⑤ ジェンダー 5 ジェンダー平等を実現しよう 	⑥ 水・衛生 6 安全な水とトイレを世界中に
------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

経済の基盤をつくろう

⑦ エネルギー 7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに 	⑧ 成長・雇用 8 働きがいも経済成長も 	⑨ イノベーション 9 産業と技術革新の基盤をつくろう 	⑩ 不平等 10 人や国の不平等をなくそう 	⑪ 都市 11 住み続けられるまちづくりを 	⑫ 生産・消費 12 つくる責任 つかう責任
--	------------------------------------	---	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

私たちを取り巻く環境を守ろう

⑬ 気候変動 13 気候変動に具体的な対策を 	⑭ 海洋資源 14 海の豊かさを守ろう 	⑮ 陸上資源 15 陸の豊かさを守ろう
--------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

一緒に協力しよう

⑯ 平和 16 平和と公正をすべての人に 	⑰ 実施手段 17 パートナーシップで目標を達成しよう
------------------------------------	---

SDGsの特徴



普遍性 Universality

- 先進国も発展途上国も**全ての国に適用**

包摂性 Inclusiveness

- 脆弱な立場に置かれた人にも焦点をあて
「**誰一人取り残さない**」

参画型 Participatory

- **あらゆるステークホルダー・当事者が参画**
し行動

統合性 Integrity

- **経済・社会・環境の相互連関を認識し**
統合的に取り組む

透明性 transparency

- **定期的にフォローアップし、評価・公表**
(比較・競争を推進力に)



SDGs指標

順位	国名	指標
1	Denmark	85.2
2	Sweden	85.0
3	Finland	82.8
4	France	81.5
5	Austria	81.1
6	Germany	81.1
7	Czech Republic	80.7
8	Norway	80.7
9	Netherlands	80.4
10	Estonia	80.2
11	New Zealand	79.5
12	Slovenia	79.4
13	United Kingdom	79.4
14	Iceland	79.2
15	Japan	78.9
16	Belgium	78.9
17	Switzerland	78.8
18	Korea, Rep.	78.3
19	Ireland	78.2
20	Canada	77.9

- ▶ SDGs指標：国連はグローバル指標として232の指標を設定していますが、各国等においても独自の指標を設定し、グローバル指標を補完するとしています。
- ▶ “SDG Index and Dashboards - Global Report”：独・ベルテルスマン財団と持続可能な開発ソリューション・ネットワーク（SDSN）を中心に、公開されている国連データや論文等を基に独自の指標も提案しつつ、各国の進捗状況を分析し、ランキングをつけています。2016年から毎年7月に発表しています。
- ▶ 上位はほとんどが欧州の国で、日本は15位にランクされています。

えっ？日本はいくつかの項目で、SDGs後進国だった。

- 日本は、**5.ジェンダー**（女性国会議員数が少ない、男女間の収入差/Unpaid workの従事時間差が大きい）、**7.エネルギー**（再生エネルギー比率が低い）、**12.消費と生産**（電子機器廃棄物が多い、窒素排出量の多い食料・製品を輸入）、**13.気候変動**（CO2排出量が多い）、**14.海洋生態系**（過剰漁獲）、**15.陸上生態系**（絶滅危惧種の増加）、**17.パートナーシップ**（ODAが少ない、金融セクターにおける透明性が低い）の達成が難しいとされています。

インデックス* Trend & Gap	1 貧困をなくそう	2 飢餓をゼロに	3 すべての人に健康と福祉を	4 質の高い教育をみんなに	5 ジェンダー平等を達成しよう	6 安全な水とトイレを世界中に	7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに	8 働きがいも経済成長も	9 産業と技術革新の基盤をつくろう	10 人や国の不平等をなくそう	11 住み続けられるまちづくりを	12 つくる責任つかう責任	13 気候変動に具体的な対策を	14 海の豊かさを守ろう	15 陸の豊かさを守ろう	16 平和と公正をすべての人に	17 パートナーシップで目標を達成しよう
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
[2019] 15位	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SDG Trend	↗	↗	↗	↑	→	↑	↗	↑	↑	↓	N/A	N/A	→	→	↗	↗	↗
Performance gap**	0.1%	1.2%	0.3%	0.2%	1.6%	0.8%	0.4%	0.9%	0.6%	0.8%	1.2%	4.1%	1.8%	1.5%	1.3%	0.4%	1.4%

* : 緑色：概ね達成済み、黄色またはオレンジ：危機的状況、赤色：達成までほど遠い状況を示す (<http://www.sdgindex.org/>)

** : Absolute performance gaps for achieving the SDGs (2019年よりG20各国は17ゴールすべてに対して算出)

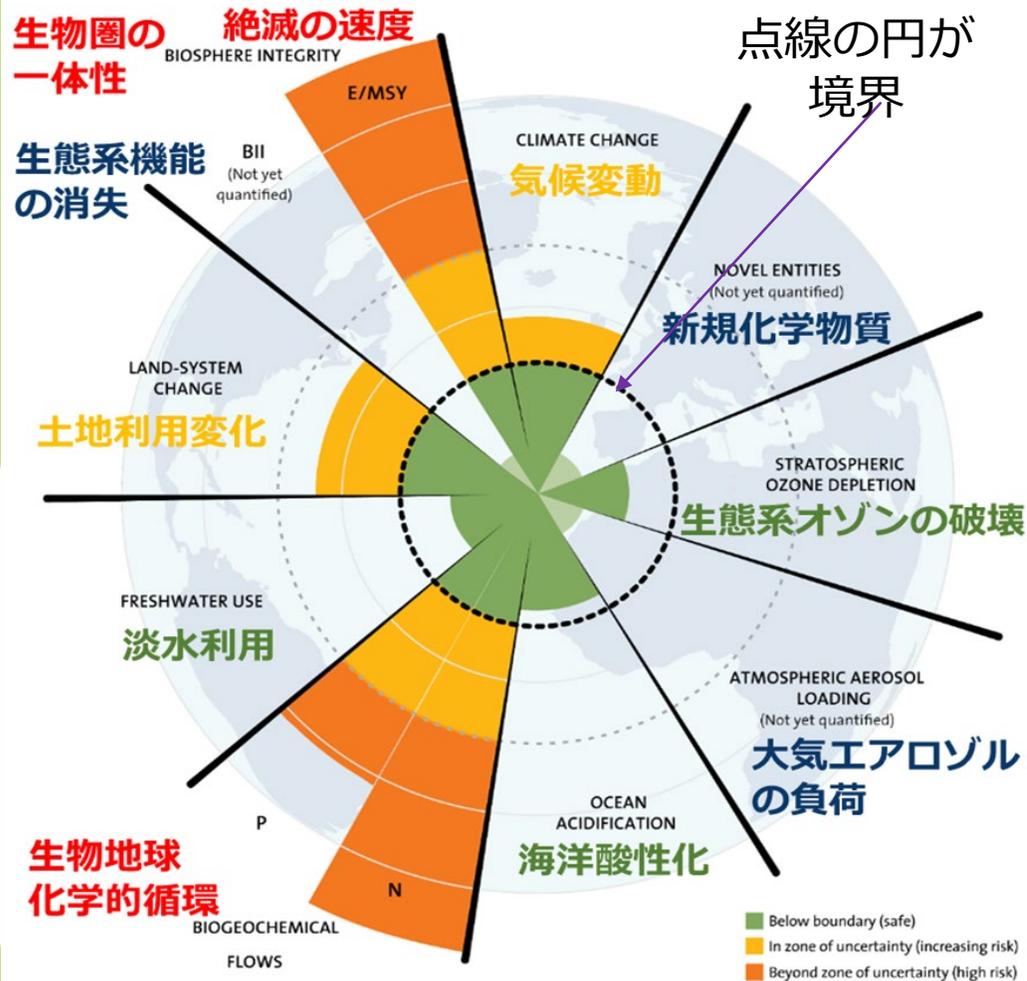
例えばSDG13は中国と米国で世界全体の33%/SDG12は中国、EU、米国、インドに次いで日本は5番目

2. なぜSDGsに取り組むか



SDGsは誰の目標なのか（1）

プラネタリー・バウンダリー「地球の限界」



- ▶ 「境界を越えると、急激な、あるいは取り返しのつかない環境変化が生じる可能性がある」境界のことです。
- ▶ 「気候変動」、「生物多様性の損失」、「急速な農地開拓といった土地利用の変化」、「窒素やリン循環」の領域では既に閾値を超えています。
- ▶ こういった問題に伴い、感染症、自然災害による住宅損壊、飢餓、水問題など、特に発展途上国や弱い立場の人たちの貧困状態に深刻な影響を及ぼしています。紛争やテロなど急速な社会の不安定化が起きています。
- ▶ 人口の爆発的増加（世界の人口が2050年には90億人に達すると言われていたり）や超高齢化社会に伴う急速な都市の変化などの問題もあります。
- ▶ **地球の環境や社会情勢は明らかに深刻化。**
- ▶ こういった問題に対し、あらゆるステークホルダーが主体的に具体的なアクションを行っていくことが極めて重要。

2009年に国際的に著名な28名の科学者グループによって、9つの境界の特定および測定結果についての論文が発表。

SDGsは誰の目標なのか (2)

MILLIONS MORE ARE LIVING IN HUNGER



821 MILLION
WERE UNDERNOURISHED
IN 2017

UP FROM

784 MILLION
IN 2015

8億人強が
栄養不足



785 MILLION
PEOPLE REMAIN
WITHOUT EVEN

BASIC
DRINKING
WATER

SERVICES (2017)

8億人弱が
飲料水への
アクセスが
限られている

CLIMATE-RELATED AND GEOPHYSICAL DISASTERS
CLAIMED AN ESTIMATED 1.3 MILLION LIVES
BETWEEN 1998 AND 2017



IN MORE THAN HALF
OF THE 92 COUNTRIES WITH DATA,
INCOME OF THE
BOTTOM 40%
OF THE POPULATION

↑↑↑
GREW FASTER THAN
THE NATIONAL AVERAGE
(2011-2016)

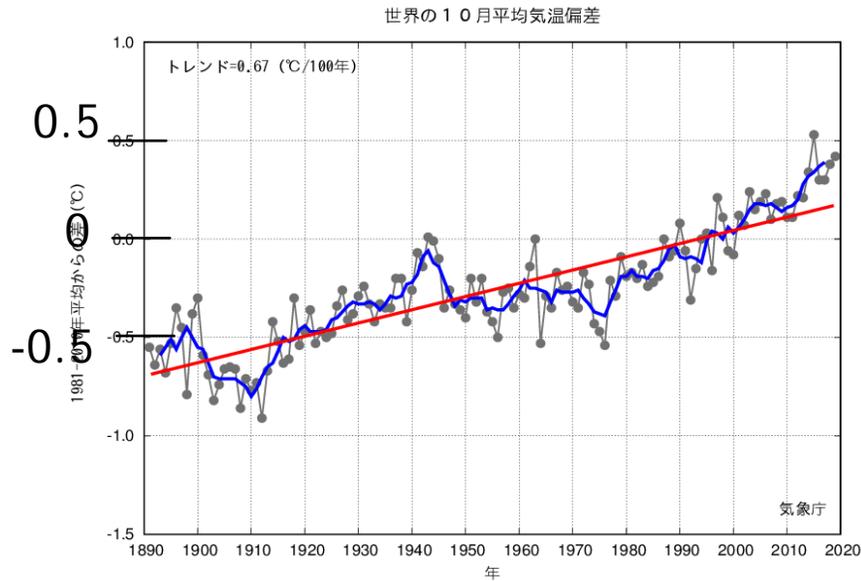


自然災害による死者数
130万人(1998-2017, 累計・推定)

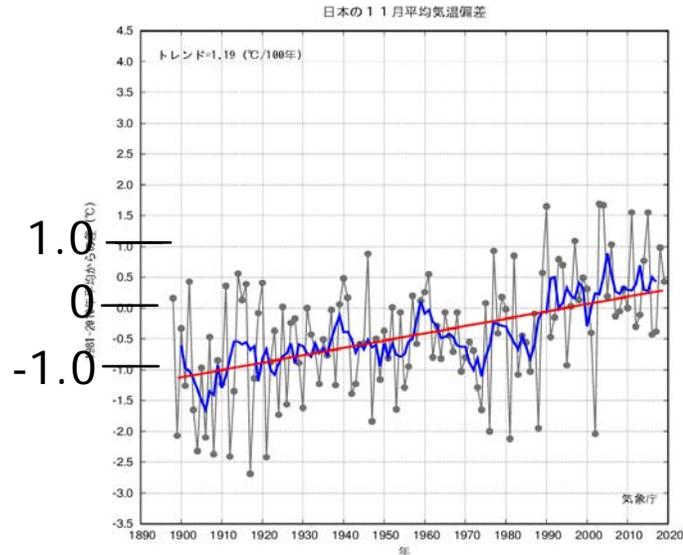
格差の拡大

気候変動は待ったなし Greta Thunbergの叫び

世界の10月の平均気温偏差

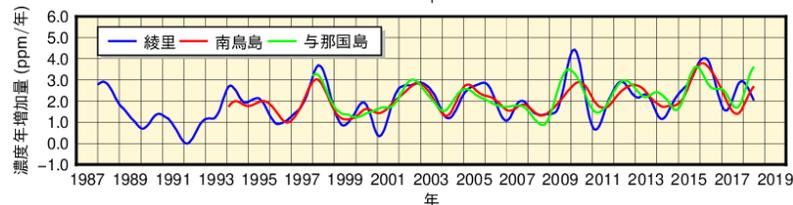
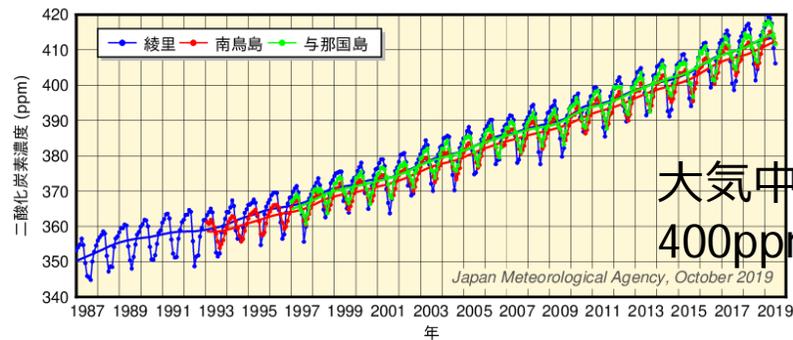


日本の11月の平均気温偏差



16歳の少女による、
気候変動対応への鬼気迫る
訴えが、世界中の若者の共感呼び
起こしている

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greta_Thunberg_4.jpg



COP25会期中環境NGOから 日本は「化石賞」を受賞

- ▶ 3日、梶山経済産業大臣が「石炭火力発電所は選択肢として残していきたい」と述べたのを受けて、スペインで開かれている「COP25」の会場では、国際NGOが、温暖化対策に消極的な国に贈る「化石賞」に日本を選びました。
- ▶ 「化石賞」は、国際的な環境NGOのグループがCOPの会期中、温暖化対策に消極的だと判断した国や地域を毎日選び、皮肉をこめて贈っています。
- ▶ 3日の「化石賞」には、日本とオーストラリア、ブラジルが選ばれました。
- ▶ このうち日本について担当者は、国連のグテーレス事務総長が、COPの開幕にあたって温暖化対策の強化と石炭火力発電の利用をやめるよう各国に求めた翌日に、梶山経済産業大臣が「石炭火力発電など化石燃料の発電所は選択肢として残していきたい」と述べたことを理由にあげています

NHK NEWS WEB

2019.12.3



日本に「化石賞」 温暖化対策に消極的な国
に贈る

3. SDGsによる社会変革と 科学技術に求められる変革



SDGsは社会を変革する機会をつくります

科学(Science)が変わる

- 社会における科学、社会のための科学
- 自然科学と人文・社会科学の総力結集
- アカデミックサイロを超える

企業(Business)が変わる

- 企業は社会変革のパートナー
- CSRからCSVへ
- ESG投資

社会(Society)づくりのステークホルダーのかかわりが変わる

- NPO/NGO、アカデミア、産業界、自治体、政府、国際機関等のつながり
- LocalizationとGeneralization
- パートナーとしての課題の共有、それぞれの機能の発揮

政策(Policy)が変わる

- 諸政策の包括的、一体的な運営・推進
- 新しいイノベーション・エコシステムの構築、ルールづくり
- P P A P (Public-Private Action for Partnership)の促進

科学技術にも変革が求められています

社会における科学・ 社会のための科学

- 未来予測、兆候調査
- バックキャスト
- 課題解決型イノベーション
- 科学技術によるリスク低減、倫理

データ駆動科学技術

- 計算機技術、AI技術の進展による知能増幅技術の深化
- データの収集、蓄積、活用のためのシステム構築とルールづくり
- 人材育成・情報リテラシー向上

科学と 社会の 近接

共創

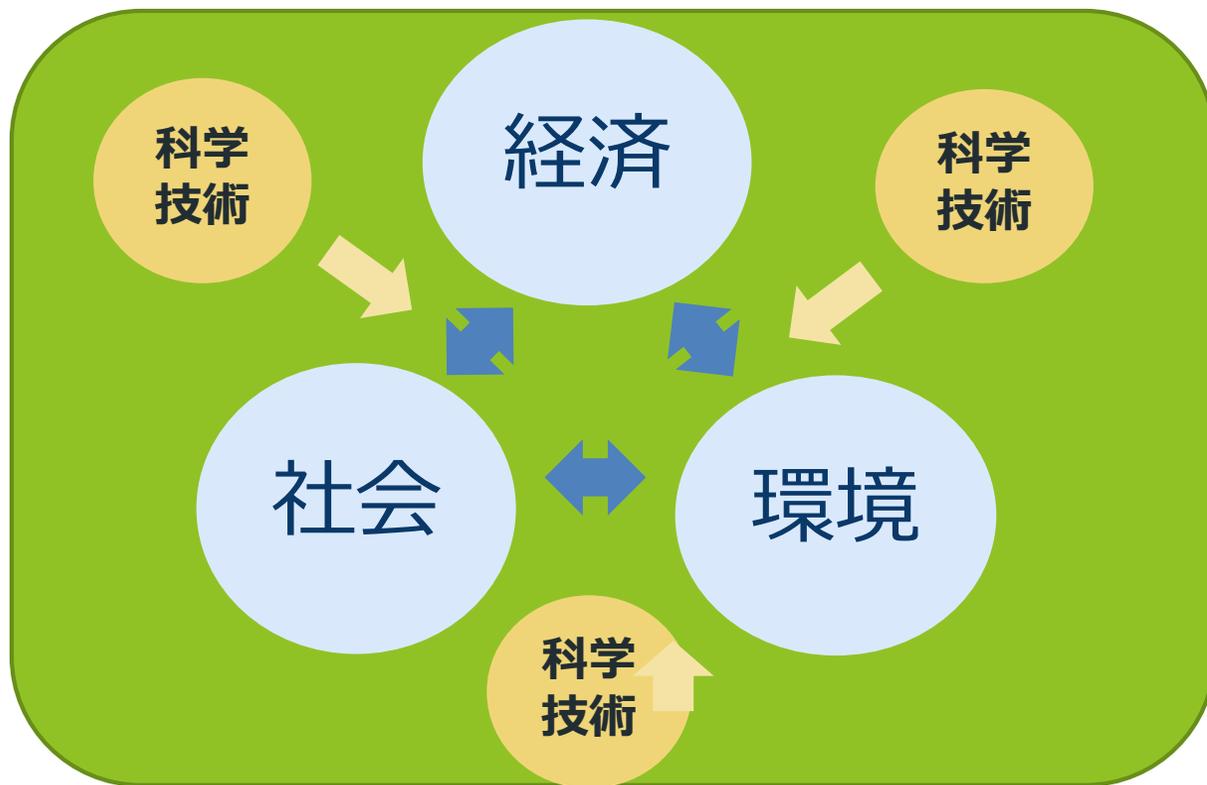
- ヒト、モノ、カネ、チエの共有
- 人文学、社会科学、自然科学の融合 (Trans-disciplinary research)
- オープンサイエンス
- 大学、国研の共創ハブ機能

多様性

- 歴史、文化にもとづく多様な価値観
- ジェンダー、多世代、市民参加
- 大学発ベンチャー起業
- 国際連携、頭脳循環
- 多様な資金源

科学技術の役割

統合的发展において生じる“ボトルネック”、“トレードオフ”の解消のため、**科学技術には重要な役割**が期待されます



目標間の相互関係 (シナジーとトレードオフ)



TARGETS	KEY INTERACTIONS	SCORE
2.4 → 6.3	Sustainable agriculture enables the improvement of water quality by reducing pollution	+1
2.4 → 6.6	Sustainable agriculture, improving land and soil quality reinforces the protection/restoration of water-related ecosystems	+2
2.2, 2.1 ← 6.1, 6.2	Safe and affordable drinking water and adequate and equitable sanitation are essential to address undernutrition	+2
2.3 → 6.1, 6.2, 6.4	Competition over water can result in trade-offs. Intensive conventional agriculture can constrain and in some cases counteract access to safe drinking water, proper sanitation, and the fight against water scarcity	-1/ -2
2.3 → 6.3, 6.6	Pollution due to unsustainable agriculture can constrain or even counteract the reduction of water pollution and the protection / restoration of water and related ecosystems	-1/ -2

持続可能な農業
→ **水質の向上、水を含む生態系の保護**

安全な水や適切な衛生施設 → **栄養不足の解決**

旧来の集約型農業による増産
→ **水不足や衛生悪化**
→ **水質汚染、生態系への悪影響**

これからどう折り合うか？

これまで

シナジー(相乗効果)とトレードオフ(折り合い)を踏まえた包括的な実施が不可欠

4. 事例紹介：JSTを中心とする日本の取り組み



ビッグデータを駆使し、養殖業・漁業の高度化に挑む！

ICTを活用し、海洋環境や水産物の生産履歴等を数値化しビッグデータを生成。その分析により科学的根拠に基づく養殖業・漁業の生産技術を確立。さらに意思決支援システムを構築し、インドネシア国内に展開を目指す。



グループの出荷風景



スケッチを用いた実態調査



フィールドでの開発作業



「マリカルチャビッグデータの生成・分析による水産資源の持続可能な生産と安定供給の実現」
(研究代表者：公立はこだて未来大学・和田雅昭教授)

https://www.jst.go.jp/global/kadai/h2810_indonesia.html

持続的鉄供給材を活用した三陸牡蠣養殖漁場の復興

アオコ・赤潮の発生を防ぐための水質浄化の研究成果が、
地域展開により各地域海産物のブランド化に有効な技術に発展！



群馬工業高等専門学校、石井商事株式会社
他「持続的鉄供給材を活用した三陸牡蠣養殖漁場の復興」

図： Science Window2018年秋号より
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sciencewindow/12/3/12_20181203/_pdf/-char/ja



海のない群馬県で開発された水質浄化技術は佐渡島を皮切りに各地の水産業振興に役立っている



短期間で良質の牡蠣を生産

東日本大震災の翌年、平成24年に東日本大震災後、被災地岩手県の山田湾で始まった研究が実を結び、北海道、宮城県、静岡県、高知県、島根県等へ展開。その後、熊本地震からの早期復興を目指す熊本県、三重県の英虞湾へ。更にその成果は海を越えて大連へ導入されるなど復興支援の枠を超えた展開に。

事例3：循環型社会の構築

第2回ジャパンSDGsアワード
総理大臣賞受賞

本部長賞
(内閣総理大臣)

株式会社日本フードエコロジーセンター

食品廃棄物をリキッド発酵飼料として有効利用



<取組概要>

- ・「**食品ロスに新たな価値を**」という企業理念の下、食品廃棄物を有効活用するリキッド発酵飼料（リキッド・エコフィード）を産学官連携で開発し、**廃棄物処理業と飼料製造業の2つの側面を持つ新たなビジネスモデルを実現**。
- ・国内で生じる食品残さから良質な飼料を製造し、輸入飼料の代替とすることで、飼料自給率の向上と共に、**穀物相場に影響を受けにくい畜産経営を支援し、食料安全保障に貢献**。
- ・**同社の飼料を一定割合以上用いて飼養された豚肉をブランド化し、養豚事業者や製造業、小売り、消費者を巻き込んだ継続性のある「ループサイクル（循環型社会）」を構築**。

SDGs実施指針における実施原則（アワード評価基準）

普遍性	食品廃棄物を有効活用するリキッド飼料化事業は国内外における食品ロス対策のロールモデルとなり得る。
包摂性	社内において障がい者、高齢者人材雇用等幅広い人材の参画に努めている。
参画型	多くのステークホルダーと協働して継続性のある「ループサイクル」を構築している。
統合性	廃棄物処理業と飼料製造業の両面をもつことから、小売や外食といった他業種をはじめ多様なステークホルダーの結節点となっている。
透明性と説明責任	行政や排出事業者の視察に積極的に応じるほか、飼料の品質は定期的に第三者機関で検査を行い、開示している。

貢献する目標（SDGs）



IGES視点から見たリキッドフィード技術

食品リサイクル・ループの構築



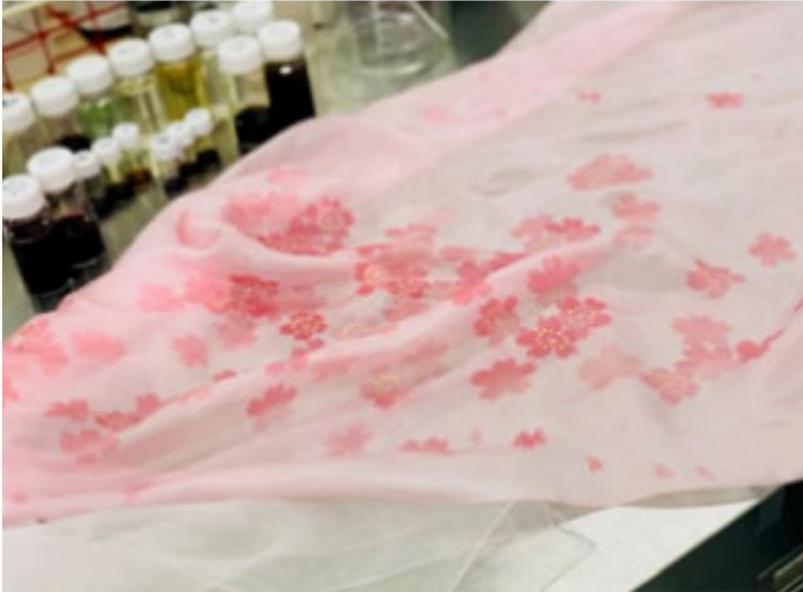
飼料を供給する会社の観点から記載されているので単純化されているが、実際には日本大学の佐伯先生のような方が地道に「食べさせる」研究をしていることと、愛知県のごぼう残渣、北海道のホエイ、南九州の焼酎粕など、地域のニーズに沿ったローカライゼーションがなされたことが地域貢献に繋がっている。
(JST経営企画部 持続可能な社会推進室 剣持由起夫さんによる)

公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)の資料

食品リサイクル・ループは、「持続可能な消費と生産」(ゴール12)、「パートナーシップ」そのもの

事例 4 : 若手人材活躍のSDGs

○染色排水の無害化を切り拓く加賀の伝統と最先端技術が融合した草木染め



- 研究者（増田貴史北陸先端科学技術大学院大学講師）は2012年からJST ERATO下田ナノ液体プロセスプロジェクト研究員を務めた後に2014年より同大学助教
- 石川県産業創出支援機構が2017年に加賀友禅作家久恒俊治氏と研究者をマッチング、伝統の価値（鮮やかな染色）と環境保全を両立して産業の再構築に貢献

※ 天然染料100%で鮮やかな発色を実現 ※ 若い研究者が最先端研究と社会貢献の両輪で地域に貢献

※ 水消費量世界2位のファッション産業は、世界の排水量の20%を占めている。特に伝統的な染色は経験的技術が先行し、複雑な工程から目に見えて分かる（着色している）排水を大量に出すことが各地で問題視されている。

事例 5 : 社会的弱者との協働による貧困解消の取り組み



社会的弱者との協働による貧困解消のための取り組み

アジア・アフリカなどの各地域における、貧困層に属する社会的弱者と多様な分野の研究員の協働による総合研究を通じて、貧困層が直面する課題と、彼、彼女らが生業の中で創り出している革新的な知恵や工夫を抽出して、貧困解消に役立つ知識や技術の協働生産と実装を推進する。

フューチャー・アース構想の推進事業

- 研究開発課題：貧困条件下の自然資源管理のための社会的弱者との協働によるトランスディシプリナリー研究
- 研究代表者：佐藤 哲 (愛媛大学 社会共創学部 教授)
- <https://www.jst.go.jp/ristex/examin/fe/29sato.html>
<http://td-vuls.org/>



ボレワリ(インドネシア)では、地域の農家、NGO、地域や国際市場の関係者と協働した技術開発と先進的な農場管理による力力才農家の福利向上に取り組む。



日本の技術を駆使して ケニアの環境に合うイネと 栽培技術を開発

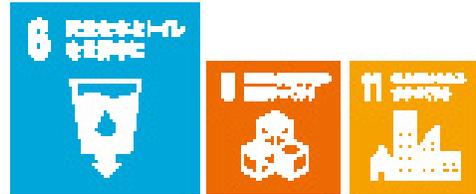
近年ケニアではコメの消費量が急増しているが、干ばつや冷害などによりコメの増産が阻害されている。そこで、DNAマーカー選抜などの日本の先端技術を用いて、ストレスに強い遺伝子をテラーメードで導入し、現地の環境に合った多数の有望系統を育成し、施肥体系や水管理技術の改善を進めた。構築した研究基盤を活用することで、サブサハラ地域のイネ研究・育種拠点としての発展を図る。



ムエア(ケニア)のイネ研究圃場での土壌サンプリングの様子

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREP)

- 研究開発課題：テラーメード育種と栽培技術開発のための稲作研究プロジェクト
- 研究代表者：山内 章(名古屋大学 大学院生命農学研究科 教授)
- https://www.jst.go.jp/global/kadai/h2406_kenya.html



世界の人々に安全な水を ～海水から真水を作り、汚れた水もきれいに再生～

信州大学が得意とするナノカーボンを用いたロバスト(頑強)な塩分除去の新規逆浸透膜により、より使いやすく、普及しやすい海水の淡水化技術を開発する。また、世界各地で問題となっている地下水などに含まれる

フッ素をはじめとする危険物質を、高機能な無機結晶材料などで吸着除去し、水環境問題の解決を目指す。

センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

- 拠点名：世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点
- 中核機関：信州大学
- プロジェクトリーダー：都築 浩一
(日立製作所 水ビジネスユニット 技術アドバイザー)
- 研究リーダー：遠藤 守信(信州大学 特別特任教授)
- <https://www.shinshu-u.ac.jp/coi/>



タンザニアにて、地下水の水質調査(左)や、現地の学生による浄水実験を実施した(右)。

事例 8 : 健康ビッグデータで健康長寿社会



センター・オブ・イノベーションプログラム

ビジョン:
健康ビッグデータと最新科学がもたらす“健康長寿社会”
 - 健康未来予測と最適予防・サポートシステムの実現 -

「10年後の姿」からのバックキャスト



日本一平均寿命が短い青森県。短命県返上を目指し、10年後の姿からバックキャスト。住民健診から得られた2,000項目の健康ビッグデータを、多様なチームが分析し、革新的な疾患の予兆法・予防法の開発に取り組む。50以上の企業・研究機関が「寿命革命」を旗印に強固に連携し、約20種の疾患・病態の発症予測モデルや関連事業を開発。

3	すべての人に健康と福祉を	4	質の高い教育をみんなに	9	産業と技術革新の基盤をつくろう	10	人や国の不平等をなくそう	11	住み続けられるまちづくりを
---	--------------	---	-------------	---	-----------------	----	--------------	----	---------------

第1回日本オープンイノベーション大賞 内閣総理大臣賞 受賞



5. ナノテクノロジー・材料はSDGs に貢献できるか

- ▶ SDGsの17のゴールは、ナノテクや先端材料だけではできないことばかりですが、
- ▶ そこには、ナノテク・材料にしかできないことが多く含まれています
 - ▶ 大気や水を綺麗にするシステム
 - ▶ 輸送機器を軽量化する新素材で温室効果ガス削減
 - ▶ フレキシブル太陽電池でどこでも再エネ発電
 - ▶ CO₂を炭素源にして素材を生み出す
 - ▶ スピン流を用いた新機能デバイス
- ▶ 分子レベルで制御しシステム全体を設計することが求められる時代。これは人間の身体がおこなっていることと同じで、ライフ・ヘルスケアを設計することでもあります

SDGs とナノテクの対応関係



貧困の撲滅		<ul style="list-style-type: none"> 衣: 合成繊維(ナイロン、ポリエステル、など) 食: 脱脂粉乳、人工甘味料、など 住: 合板(ベニヤ、木質ボード)
飢餓の撲滅		<ul style="list-style-type: none"> ナノ食材(吸収性・安定性・溶解性向上、食味改善、など) 衛生技術(ナノバブルを用いた殺菌・滅菌・洗浄、など)
健康と福祉		<ul style="list-style-type: none"> バイオチップ(診断デバイス) ナノドラッグデリバリーシステム ウェアラブルデバイス 人工感覚器 生体材料(再生医療材料)
水とトイレ		<ul style="list-style-type: none"> 逆浸透膜 イオン交換材料 ゼオライト吸着材料 ナノ多孔質材料 光触媒
エネルギー クリーン		<ul style="list-style-type: none"> 電子エネルギー変換 太陽電池、LED、熱電変換、など 化学エネルギー変換 光触媒、燃料電池、二次電池、など 発電用材料 タービンブレード用超耐熱材料、など エネルギー輸送・転換材料 超伝導材料、磁気冷凍材料、永久磁石材料、軟磁性材料、パワー半導体、アクチュエータ、など バイオ燃料 バイオエタノール、廃棄物利用、など クリーンプロセッシング 吸着材料、分離膜、排ガス触媒、など
労働 経済成長		<ul style="list-style-type: none"> 産業用ロボット・ロボットスーツ(軽量化材料) ナノセンサ・アクチュエータ

製造消費		<ul style="list-style-type: none"> 大量生産: オートメーション、ロボット 消費: 迅速な大量輸送(道路、輸送機器)
気候変動		<ul style="list-style-type: none"> (衛星搭載)地球観測センサ スーパーコンピュータ(地球シミュレータ)
海洋資源		<ul style="list-style-type: none"> 計測技術 レアメタル、レアアース
陸上資源		<ul style="list-style-type: none"> 木質耐火材 レアメタル・レアアース活用 バイオマス(燃料・素材)
産業 技術革新		<ul style="list-style-type: none"> ◎技術革新=材料イノベーション 鉄鋼⇒蒸気機関、鉄道、アルミ⇒大型航空機 シリコン⇒半導体、炭素⇒プラスチック ◎次のナノテク・材料発イノベーション 半導体(グラフェン、カーボンナノチューブ、など) 原子スイッチ ➢ Beyond CMOS (CMOSと異なる動作原理、その物理限界を超える性能。スピントロニクス、など)
不平等の是正		<ul style="list-style-type: none"> パソコン、インターネット 輸送網(道路、輸送車両・・・)
持続可能都市		<ul style="list-style-type: none"> ◎建築土木資材 鉄鋼 コンクリート プラスチック

⑥水・衛生

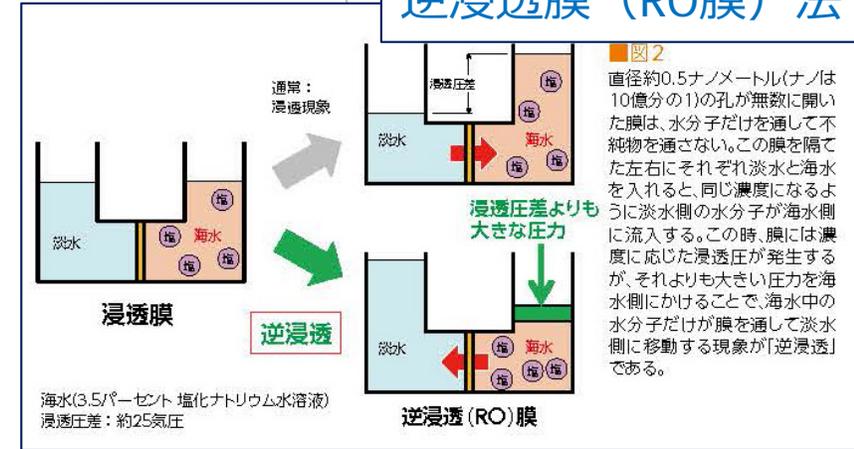
6 安全な水とトイレ
を世界中に



ナノカーボンRO膜で途上国の水問題を解決

- ▶ 海水から淡水をつくり、また、汚れた水をきれいに再生し、世界中の誰もが豊かな水を手に入れられる未来を目指します。豊富な水源として注目したのが、地球の水の97パーセント強を占める海水です。
- ▶ 海水淡水化技術の1つに、「逆浸透膜（RO膜）法」と呼ばれる浸透圧の原理を利用したのがあります。これは無数の微細な孔がある膜は水分子だけを通し、海水から塩分などの不純物は濾し取って、淡水だけを分離する技術です。
- ▶ 信州大学アクア・イノベーション拠点では、独自のナノ複合膜形成技術を編み出し、2015年、ポリアミドに従来の100倍以上のカーボンナノチューブ(CNT)を均一に分散させた「ナノカーボン複合RO膜」の開発に成功しました。目詰まりを起こさず、水を透過しやすいだけでなく、塩素にも強く、洗浄に強いことがわかりました。製品寿命が長くなるので、維持費用を少なくできるので、途上国の水不足に貢献できます。

逆浸透膜（RO膜）法



⑬ 気候変動

13 気候変動に
具体的な対策を



軽く強く柔らかく

持続社会の一翼 炭素繊維が担う

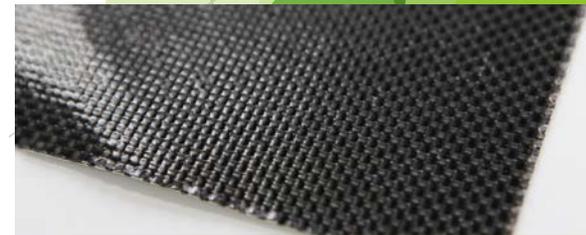
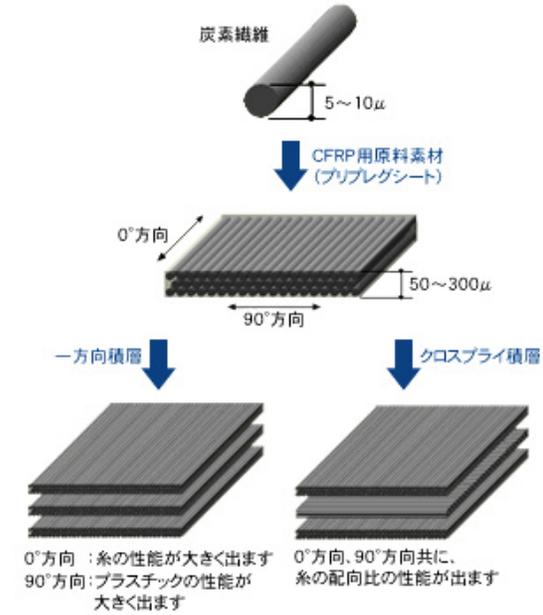
- ▶ 最近の航空機にはCFRPが使われます。これはCarbon Fiber Reinforced Plasticsの略で、「炭素繊維強化プラスチック」を意味します。プラスチック、つまり樹脂を炭素繊維で強化することで、樹脂単体よりも高い強度や剛性を得ることが出来ます。

表 10. 航空機 1機当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

		CFRP 航空機	従来航空機
原料～材料製造段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		0.9	0.7
航空機組立段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		3.0	3.8
航空機 使用 段階	実走行燃費 (km/kl-ジェット燃料油)	110	103
	生涯走行距離 (マイル)	500 マイル×20,000 便	
	生涯ジェット燃料油使用量 (kl/機)	145,500	155,300
	ジェット燃料燃焼時の CO ₂ 排出量 ¹⁶⁾ (kg-CO ₂ /ℓ)	2.5	
使用段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機・10年)		364	390
廃棄段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		No Data	No Data
ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機・10年)		368	395
CO ₂ 排出削減貢献量 (kt-CO ₂ /機・10年)		▲27	



CFRP採用で10年で1機あたり
CO₂を27キロン削減



https://www.acm-neo.jp/about_cfrp/

炭素繊維の素晴らしさ

- ▶ 炭素繊維（Carbon Fiber、以下「CF」）の特長は、何ととっても軽くて強いことです。比重が1.8前後と、鉄の7.8に比べて約4分の1、アルミの2.7、あるいはガラス繊維の2.5と比べても軽い材料です。その上に強度、弾性率に優れ、引張強度を比重で割った比強度が鉄の約10倍、引張弾性率を比重で割った比弾性率が鉄の約7倍と優れています。これが、CFが従来の金属材料を置き換える軽量化材料として本命視されている理由です。
- ▶ その上に、疲労しない、さびない、化学的・熱的に安定といった特性を有し、厳しい条件下でも特性が長期的に安定した、信頼性の高い材料でもあります。
- ▶ CFは、グラファイトが繊維方向に規則正しく並んだ網目構造を持ち、複数の層が何段も重なり強固に絡み合っており、繊維径は5~10 μm （マイクロメートル）の連続繊維です。
- ▶ 対して、一様な平面のグラファイトを丸めて円筒状にしたような構造のカーボンナノチューブ（CNT）や、カーボンナノファイバー（CNF）は繊維径が300nm（ナノメートル）以下、長さは50~100 μm といわれ、それぞれの用途は異なります。

⑦エネルギー

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



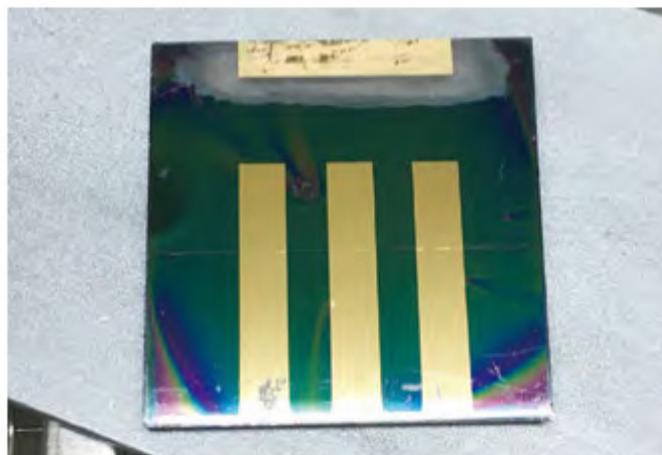
非鉛系ペロブスカイト系太陽電池

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



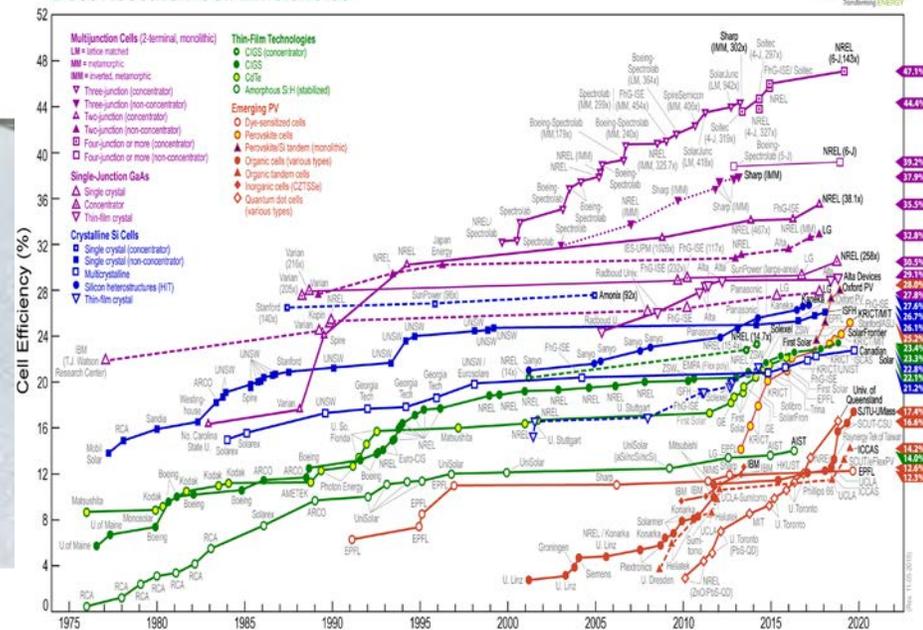
環境負荷が少ない 次世代の太陽電池の開発

ペロブスカイトと呼ばれる結晶構造の材料を用いた太陽電池は変換効率が高く次世代の太陽電池として期待されているが、有毒な鉛が使われている。ALCAでは鉛を使わないペロブスカイト太陽電池を独自の材料高純度化技術と成膜法で開発した。COIではこの成果を発展させ、フィルム型太陽電池の開発を目指す。従来品より作製が容易、軽量、フレキシブルといった特徴を生かし、再生可能エネルギーの普及に貢献する。



鉛を使わないペロブスカイト太陽電池セル

Best Research-Cell Efficiencies



戦略的創造研究推進事業 先進的低炭素化技術開発(ALCA)

- 研究開発課題：環境負荷の少ない高性能ペロブスカイト系太陽電池の開発
- 研究開発代表者：若宮 淳志(京都大学 化学研究所 教授)
- <https://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~wakamiya/index.html>
- <https://www.jst.go.jp/alca/index.html>

センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

- 拠点名：活力ある生涯のためのLast 5Xイノベーション拠点
- 中核機関：京都大学
- プロジェクトリーダー：野村 剛(パナソニック 客員)
- 研究リーダー：小寺 秀俊(京都大学 特定教授)
- <http://www.coi.kyoto-u.ac.jp/>

⑬ 気候変動

13 気候変動に
具体的な対策を



CO₂を“化学品”に変える脱炭素化 技術「人工光合成」



<https://www.nims.go.jp/mana/jp/>

「人工光合成」は、太陽光と水から二酸化炭素を炭化水素に変換して再利用する技術であり、地球温暖化の解決に寄与することが期待されている。

(国研)物質材料研究機構(NIMS)では新規複合光触媒材料の設計・制御による高効率人工光合成に取り組んでいる。

これまでに独自の材料設計指針で新規光触媒材料を開発し、水の酸化反応において自然界の光合成に匹敵する量子効率を達成している。

また、表面／界面構造を精緻に制御し、自然界に存在する構造・機能を模倣することにより、効率的な光吸収、二酸化炭素の吸着・拡散およびメタンへの変換を促進し、高効率な人工光合成の実現へ向けた大きな一歩を踏み出している。

③保健

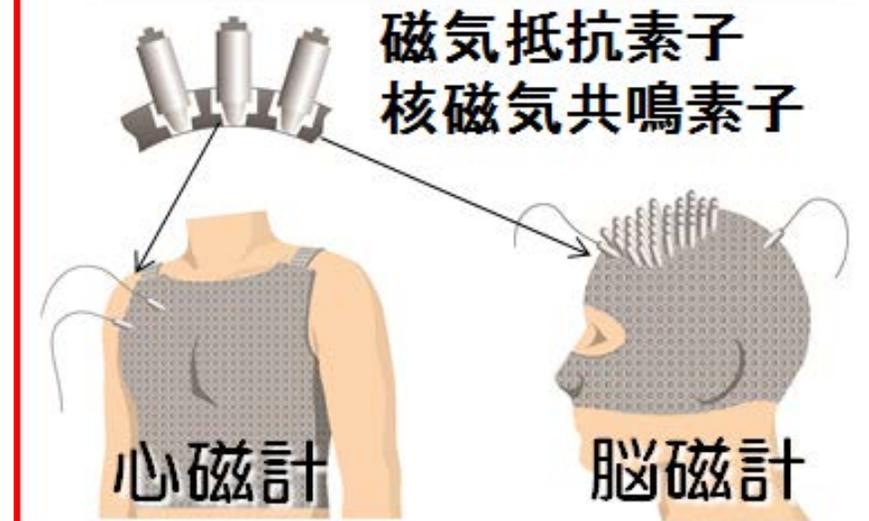
3 すべての人に
健康と福祉を



革新的スピントロニクス医療デバイスの実現：スピンによる心磁計・脳磁計

- ▶ 生体からの微小磁場検出装置の開発を行います。従来のSQUIDによる生体磁気計測では、液体ヘリウム容器が障害となりセンサーを生体に密着できませんでした。本研究では、室温で動作する多数のトンネル磁気抵抗素子を鎧帷子状に配置し胸・頭部の皮膚に密着させて心磁図・脳磁図を得ることができる装置を開発します。これにより、近接計測による空間分解能を格段に向上できるため、安価で実用的な医療機器として飛躍的普及が期待できます。

提案の磁気センサ(概念図)



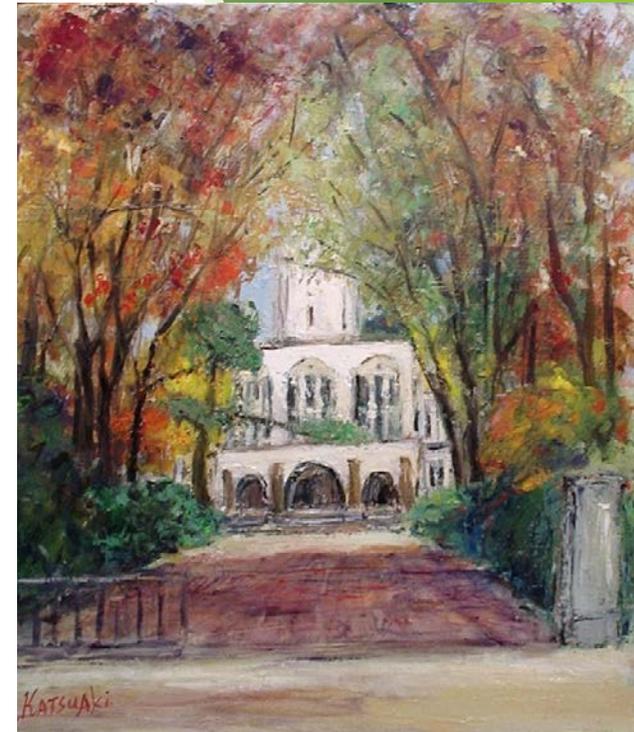
6. 科学技術の負の側面にも科学の目を

- ▶ プラスチックによる海洋汚染に打つ手はあるか
- ▶ 需要が急拡大するCFRPの省エネリサイクル技術



「農工大プラスチック削減 5 Rキャンパス」 活動宣言

- ▶ 東京農工大学は、2019年8月9日（金）に、SDGsの達成、2050年石油ベースプラスチックゼロに向けて、使い捨てプラスチックの削減と、課題解決のための新素材の創生等を含めた研究の推進に取り組む「農工大プラスチック削減 5 Rキャンパス」（TUAT Plastic 5R Campus）活動を宣言しました。
- ▶ 海洋汚染の原因とされるプラスチックごみの規制は、2019年6月のG 2 0 大阪サミットでも焦点の1つとなりましたが、東京農工大学では、マイクロプラスチック汚染について研究を続けてきた農学研究院 高田秀重教授を中心とする農学・工学融合の研究チームを発足し、早くから本課題に取り組んで参りました。
- ▶ 今回の活動宣言に基づいて、プラスチック削減策（マイボトル用給水器設置によるペットボトル削減、生協購買部等の学内販売におけるレジ袋の削減、大学レベルティーングッズからのプラスチック削減への取組）、教育活動を通じた次世代の育成、社会貢献活動を通じた普及啓発活動に、取り組んで参ります。



2019年5月に政府が作成したプラスチック循環資源戦略における「3R（Reduce, Reuse, Recycle）+ Renewable（再生可能資源への代替）」の基本原則に、研究（Research）を加えた、農工大独自の取組です。

CFRPのリサイクル

- ▶ 輸送エネルギーの大幅な削減のため、CF強化プラスチック（CFRP）の自動車・航空機への利用拡大が期待されている。その一方、廃CFRPは埋め立て処分されており、資源循環型社会の形成の観点から付加価値の高いCFのリサイクルが求められています。
- ▶ 廃CFRPから炭素繊維を回収してリサイクルするフローには「マテリアルリサイクル」と「サーマルリサイクル」がありますが、CFは燃えにくく、微粉碎すると未燃のまま飛散するので、「マテリアルリサイクル」が適切と考えられています。現状ではCFRP製品加工のくずが主流ですが、将来は寿命を終えた廃機・廃車のCFRP廃材もマテリアルリサイクルのフローに入ってくると予想されます。
- ▶ CFRPは、CF（炭素繊維）と樹脂（熱硬化性樹脂あるいは熱可塑性樹脂）との複合材料なので樹脂をCFRPから除去してCFを回収します。その方法として、熱分解、溶剤抽出、触媒分解、電気分解などの方法がある。大量に処理するには熱分解法が一般的ですが、500℃以上の高温分解ではCF劣化が懸念されます。航空機で使用するエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂は、熱分解時に樹脂の一つが炭化し残留するので、CFを劣化させずに残留炭素だけ燃焼する焼成工程を二段階熱処理がおこなわれます。
- ▶ 熱分解法の最大の特長は、炭化炉でCFRP中の樹脂分から生成した熱分解ガスを燃料として利用でき、CFの“自己再生”が可能なことで、二段階熱処理法によるCF再生システム全体の消費エネルギーは14.6MJ/kg-CFで、従来に比べて4分の1程度まで省エネが可能です。
(岐阜大学 大学院工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 守富寛シニア教授)

一人ひとりの立場で考えて見よう



- ▶ 17の目標の下に169のターゲットがあります。
- ▶ その実現を、あるいは、そのターゲット間の組み合わせの同時達成を考える方が、もう少し具体的なイメージが湧いてくるかもしれません。
- ▶ 自分で目標を選んで、どのような技術を考えてみると実現につながるだろうかを考えてみてください。

⑦エネルギー



すべての人々の、安価かつ信頼できる 持続可能な近代的エネルギーへのアク セスを確保する

- 7.1 2030年までに、安価かつ信頼できる**現代的エネルギーサービス**への普遍的アクセスを確保する。
- 7.2 2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける**再生可能エネルギー**の割合を大幅に拡大させる。
- 7.3 2030年までに、世界全体の**エネルギー効率の改善率**を倍増させる。
- 7.a 2030年までに、再生可能エネルギー、エネルギー効率及び先進的かつ環境負荷の低い化石燃料技術などの**クリーンエネルギーの研究及び技術**へのアクセスを促進するための国際協力を強化し、エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する。
- 7.b 2030年までに、各々の支援プログラムに沿って**開発途上国**、特に後発開発途上国及び小島嶼開発途上国、内陸開発途上国のすべての人々に現代的で持続可能なエネルギーサービスを提供できるよう、インフラ拡大と技術向上を行う。

⑬気候変動



気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる【国地気候:全般】

- 13.1 すべての国々において、**気候関連災害や自然災害に対する強靱性**（レジリエンス）及び**適応の能力**を強化する。
- 13.2 **気候変動対策**を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む。
- 13.3 気候変動の**緩和、適応、影響軽減及び早期警戒**に関する教育、啓発、人的能力及び制度機能を改善する。
- 13.a 重要な緩和行動の実施とその実施における透明性確保に関する開発途上国のニーズに対応するため、**2020年までにあらゆる供給源から年間1,000億ドルを共同で動員するという、UNFCCCの先進締約国によるコミットメントを実施するとともに、可能な限り速やかに資本を投入して緑の気候基金を本格始動させる。**
- 13.b 後発開発途上国及び小島嶼開発途上国において、女性や青年、地方及び社会的に疎外されたコミュニティに焦点を当てることを含め、**気候変動関連の効果的な計画策定と管理**のための能力を向上するメカニズムを推進する。



終わりに



SDGsとの付き合いは「知ること」から

自分ごとに置き換えたらどうなるか考えてみよう。

社会で求められていることに対し、自分では何ができるかを考えながら実際に行動してみよう。



○ SDGsを共通言語に社会が変わりつつあります

経済成長や従来型の途上国支援で世界が良くなる時代は過ぎ去りました。

CSV (Corporate Shared Value)からValue Managementへ社会貢献の在り方が変わりつつある



一人一人の行動が求められているのです。



謝辞

- ▶ 本パワーポイント作成にあたって、資料をご提供頂きましたJST CRDS倉持隆雄副センター長、CRDS ナノテクノロジー材料ユニット永野智己フェロー、JST SDGs室の皆様に感謝します。