



しなやかな社会の実現に向けたIOWN構想と 宇宙・環境・エネルギー分野での挑戦

The IOWN concept and NTT's Challenges in Space, Environment
and Energy to Realize a Resilient Society

2025年1月30日

NTT宇宙環境エネルギー研究所

NTT Space Environment and Energy Laboratories

所長 前田 裕二

Director, Yuji Maeda, Ph.D.

NTT Group and R&D



NTTグループ (2024年3月末現在)

社員数： 338,467名
売上高： 13兆3,746億円
連結子会社： 967

NTT研究所 (2023年3月末現在)

**NTTグループ全体の基盤的
研究開発の推進**
在籍数：約2,300名
特許保有数：約19,000件

日本電信電話株式会社
(持株会社)

R&D

研究成果

研究資金



IOWN総合イノベーションセンタ (IIC)

IOWN構想を具現化する
技術分野横断の研究
開発

IOWNプロダクトデザインセンタ (IDC)

ネットワークイノベーションセンタ (NIC)

ソフトウェアイノベーションセンタ (SIC)

デバイスイノベーションセンタ (DIC)

サービスイノベーション総合研究所 (SV総研)

新たなコミュニケーションサービス
の研究開発

人間情報研究所 (人間研)

社会情報研究所 (社会研)

コンピュータ&データサイエンス研究所 (CD研)

情報ネットワーク総合研究所 (NW総研)

将来のネットワーク
基盤技術の研究開発

ネットワークサービスシステム研究所 (NS研)

アクセスサービスシステム研究所 (AS研)

宇宙環境エネルギー研究所 (SE研)

先端技術総合研究所 (先端総研)

10年後を見据えた最先
端の基礎技術の研究開発

未来ねっと研究所 (未来研)

先端集積デバイス研究所 (先デ研)

コミュニケーション科学基礎研究所 (CS研)

物性科学基礎研究所 (物性研)

■ 地球環境問題 Global Environment Issues

■ 社会環境問題 Social-Environmental Issues

■ 問題解決に向けて How to solve these problems

- 電子から光へ From Electronics to Photonics

- 災い（災害）も恵みに（環境変化に適応する）

Even misfortune becomes blessing: Adapting to environmental change

■ **カーボンニュートラルと気候変動** Carbon Neutrality and Climate Change

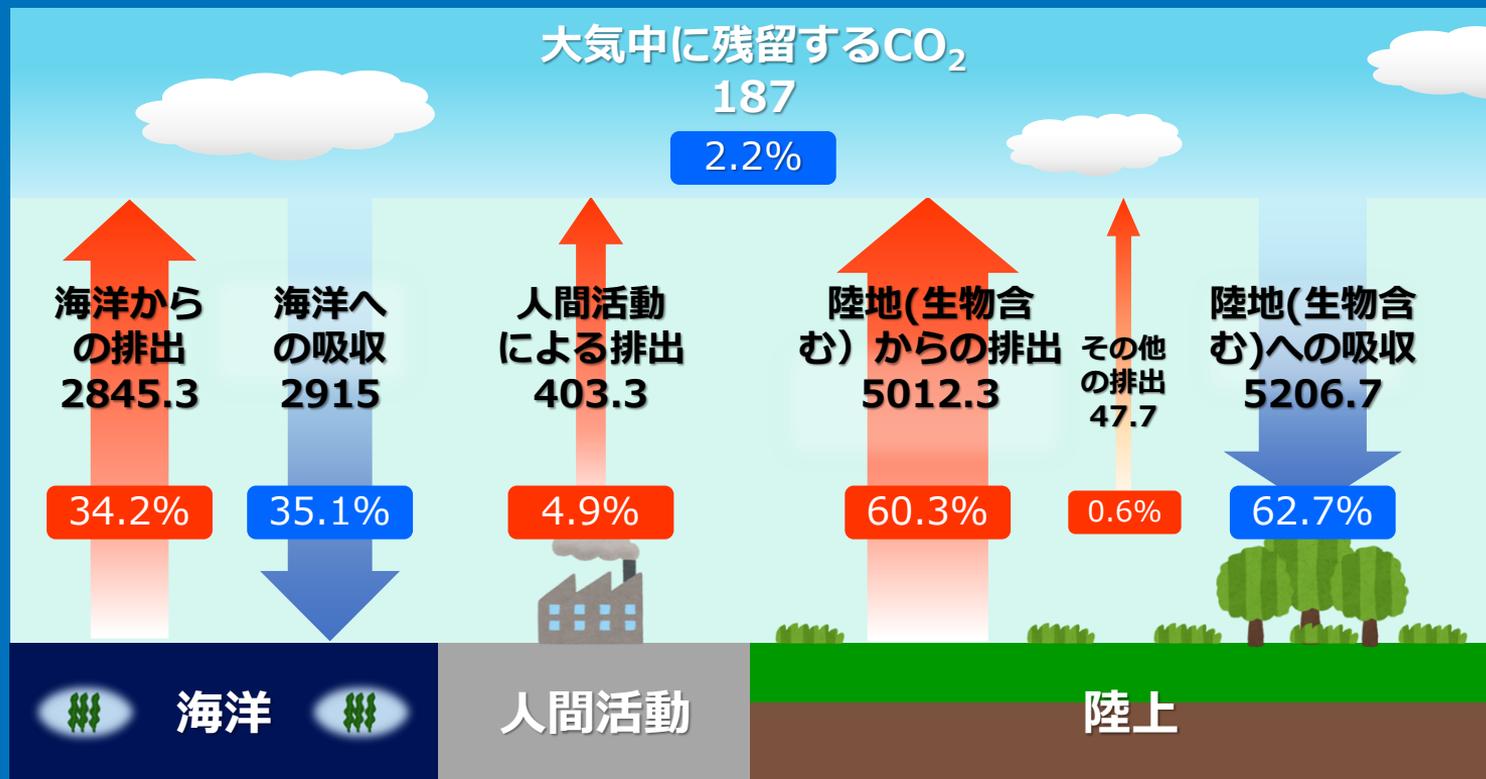
- 気候変動、極端気象による自然災害の甚大化
- 水不足、食糧不足
- 日本政府は2050年にカーボンニュートラル実現を宣言
 - ◆ 温室効果ガスを実質ゼロにする

■ **地球温暖化とCO₂の関係は？** Relationship between global warming and CO₂?

- 実は関係性は学術的に証明されていない
 - ◆ IPCC AR6※: 「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」
- **CO₂はほとんど測定されていない** It is difficult to measure CO₂ closely worldwide in real time
- **極端気象のエネルギー源（洋上の水蒸気）もほとんど測定されていない**
It is difficult to measure water vapor over the ocean, which is energy source of extreme weather

二酸化炭素循環の実態と対策

The reality of the global circulation of CO₂



(単位：億t・CO₂/年)

※IPCC第6次評価報告書を元に作成

% 大気への二酸化炭素排出総量を100%とした場合の排出割当

% 大気への二酸化炭素排出総量を100%とした場合の残留・吸収割合

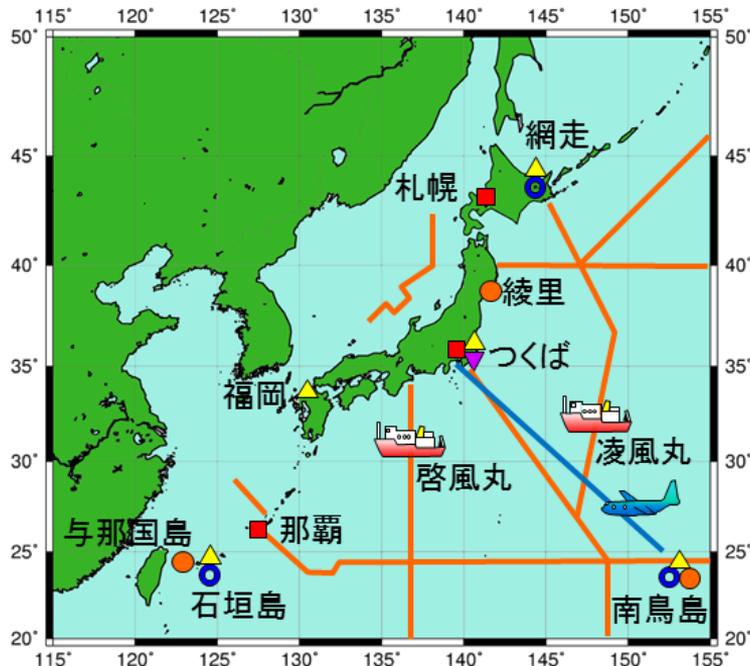
気象庁のCO₂観測網

CO₂ Observation Network of the Japan Meteorological Agency

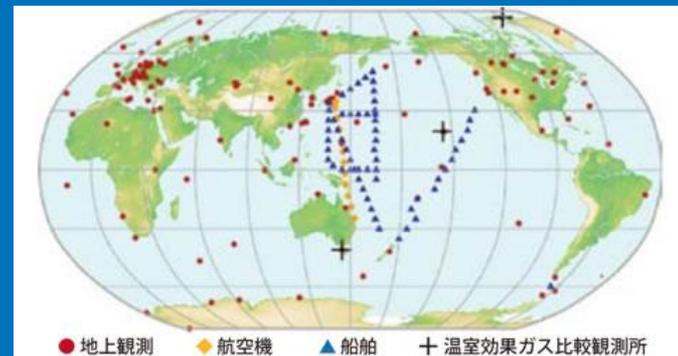


環境気象観測網

- 温室効果ガス等の観測
- 観測船で観測を行う航海コース
- 航空機で観測を行う飛行コース
- エーロゾルの観測
- ▲ 日射放射観測
- オゾン層観測
- ▼ 紫外域日射観測



温室効果ガス世界監視ネットワークの
二酸化炭素観測地点



出典：WMO温室効果ガス年報9号（気象庁訳）

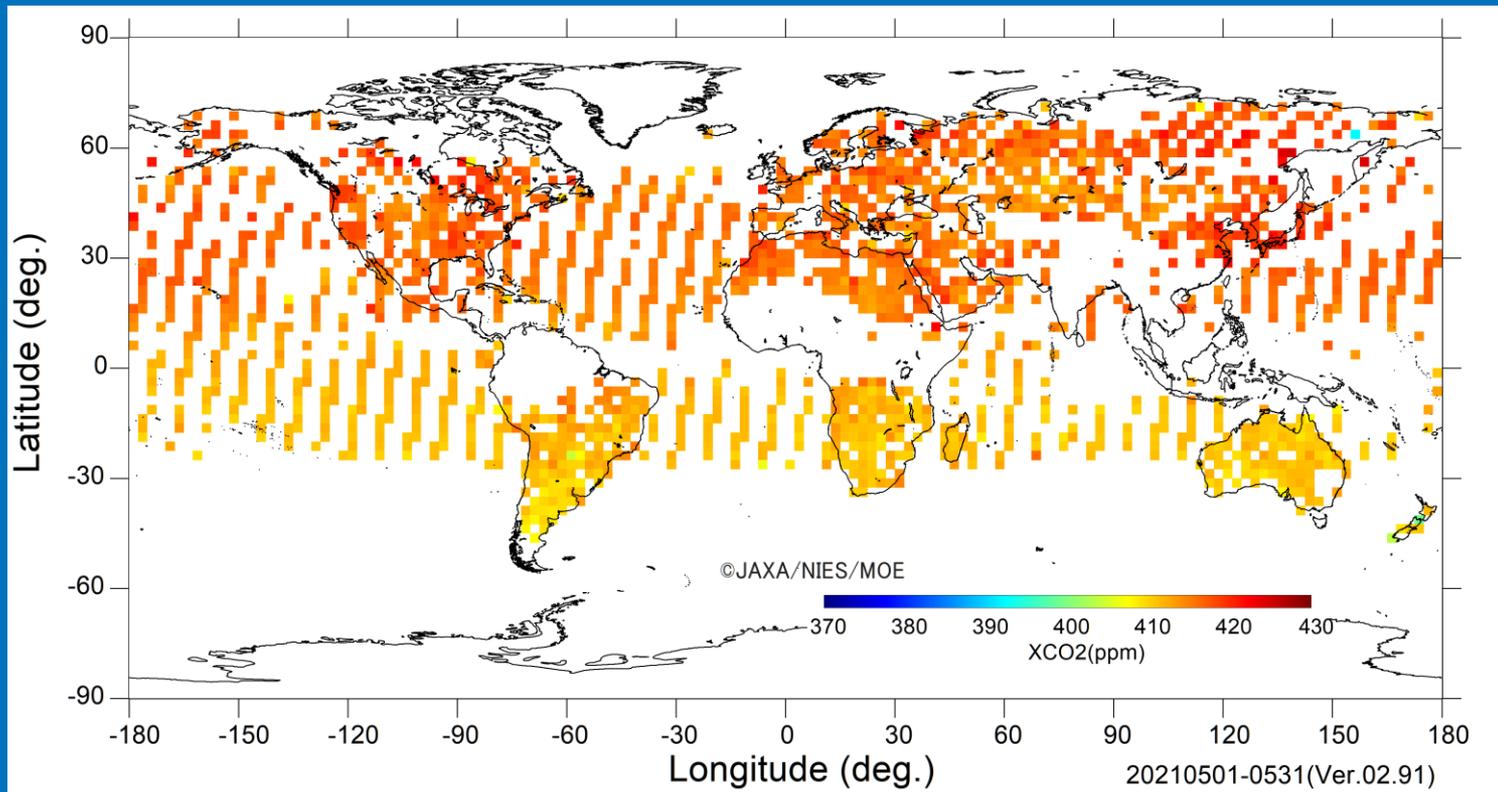
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/info/monitoring.html>

温室効果ガス観測技術衛星 いぶき(GOSAT)

Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT)



「地球大気全体（全大気）」の月別二酸化炭素平均濃度



環境省
国立環境研究所
JAXA

二酸化炭素、
メタンを測定

気象庁の高層気象観測網（水蒸気の観測）



Water Vapor Observation Network of the Japan Meteorological Agency



【ラジオゾンデ観測】

- ◆ 気温、湿度、風向、風速等
- ◆ ゴム気球に吊るして飛揚し、地上から高度約30kmまでを観測
- ◆ 毎日9時、21時に実施

人工衛星、レーダーでは
洋上の水蒸気測定が困難

Satellites and land radars cannot measure
water vapor in the ocean

■ 気候変動問題がエネルギー問題に置き換わっている実態

Facts regarding replacement of energy issues by climate change issues

- 化石燃料利用の削減と再生可能エネルギー利用増
- 電気自動車は救世主なのか？
 - ◆ リチウムイオン電池はほとんど中国産、欧州では中国に敗北しEV失速
- 太陽光発電、洋上風力発電は救世主なのか？
 - ◆ ハードウェアはほとんど中国産

■ しかし、我々社会の情報量・電力消費量はますます増加

However, amount of information and energy consumption by society is increasing rapidly

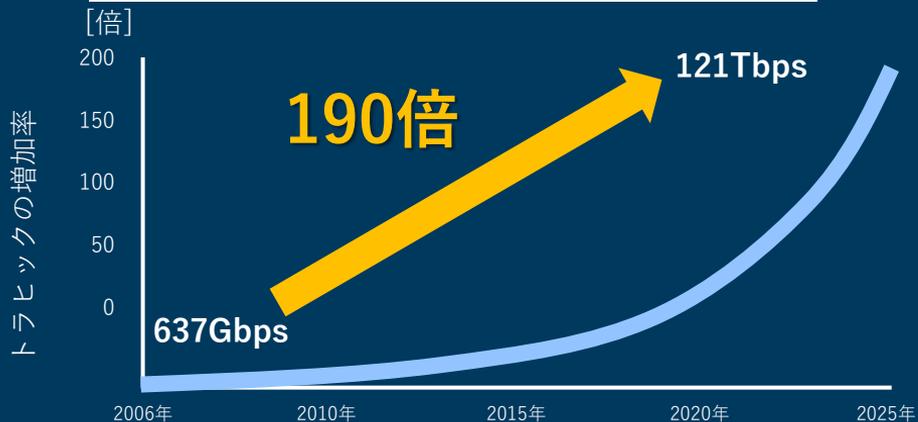
- 世界のエネルギー消費の2%はデータセンタ※1
- ICTネットワークは1.15%※2（NTTは日本の1%弱）

情報流通量と消費電力

Amount of information and power consumption



インターネット内の情報流通量の推計



出典：経済産業省「グリーンITイニシアティブ」(2007.12)

Estimating the amount of information distributed through the Internet

IT機器消費電力量(国内)の推計



出典：経済産業省「グリーンITイニシアティブ」(2007.12)

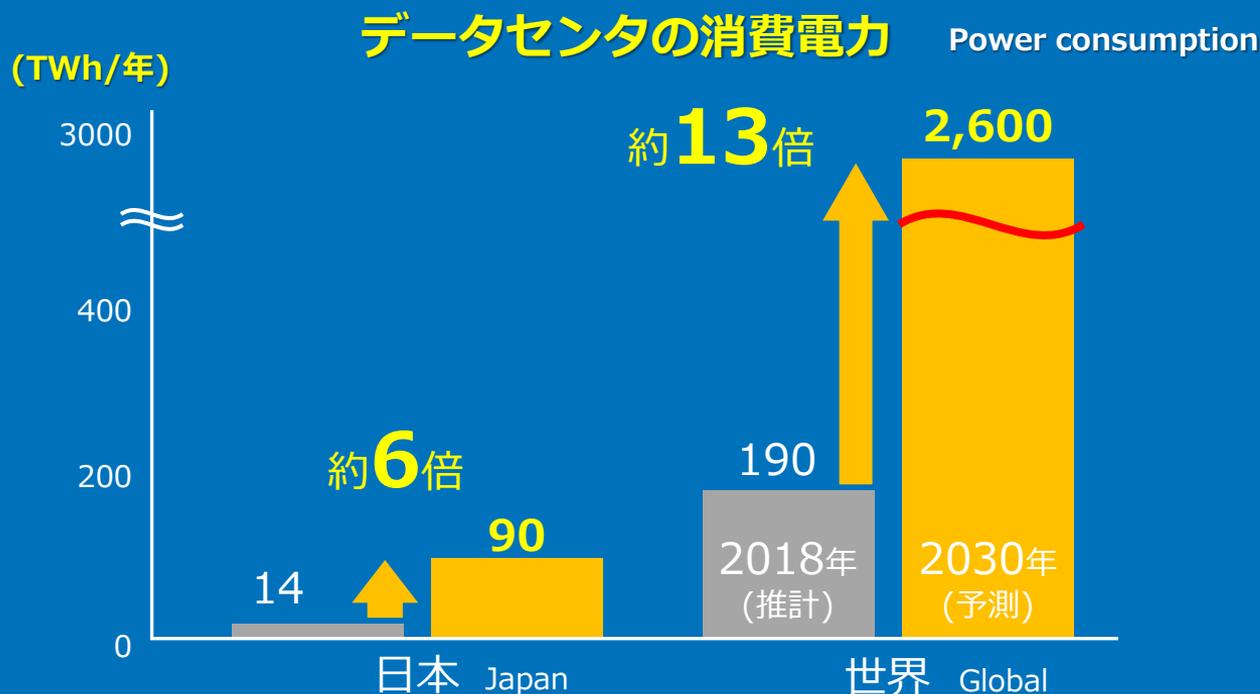
Estimation of IT equipment power consumption in Japan

世界のデータセンタの消費電力

Global datacenter power consumption



汎用AI・生成AIの普及により必要となる電力量の増加が加速する



大規模言語モデルの学習にかかるエネルギー

Energy required to learn LLMs



GPT-3 (175B) 規模の学習

約**1300**MWh^[1]/1回の学習

per training session



原発**1**基分 約**1000**MWh

One nuclear power plant

[1] <https://gizmodo.com/chatgpt-ai-openai-carbon-emissions-stanford-report-1850288635>

- 世界の分断、COVID-19、ウクライナ危機、パレスチナ問題
Global division, COVID-19, Ukraine crisis, and War in Gaza
- 政権交代 Regime changes
 - ヨーロッパ各国、米国、日本は？
- 世界は転換期を迎えている The world is at a turning point
- **エネルギー問題は「経済安全保障問題」**
Energy is an issue for securing economic stability
- **カーボンニュートラルは「新経済成長戦略」**
Carbon neutrality is a new economic growth strategy

一体何をすべきなのか？ Exactly what should we do?

何が正しいのか？ What are the right things to do?

- 現状のテクノロジーでは解決困難、**限界打破のイノベーション**が必要
Current technology is inadequate, and innovation to break through limitations is needed
- **電子から光へ** From electronic to photonic
 - IOWN構想
- **災い（災害）も恵みに（環境変化に適応する）** Even misfortune becomes blessing: Adapt to environmental change
 - NTT宇宙環境エネルギー研究所の挑戦

もちろん、テクノロジーだけでは解決できない

Of course, all cannot be solved with technology alone

新たな社会像、社会制度も合わせて検討する必要（今回は省略）

Study of new images and systems for society is also needed (omitted here)

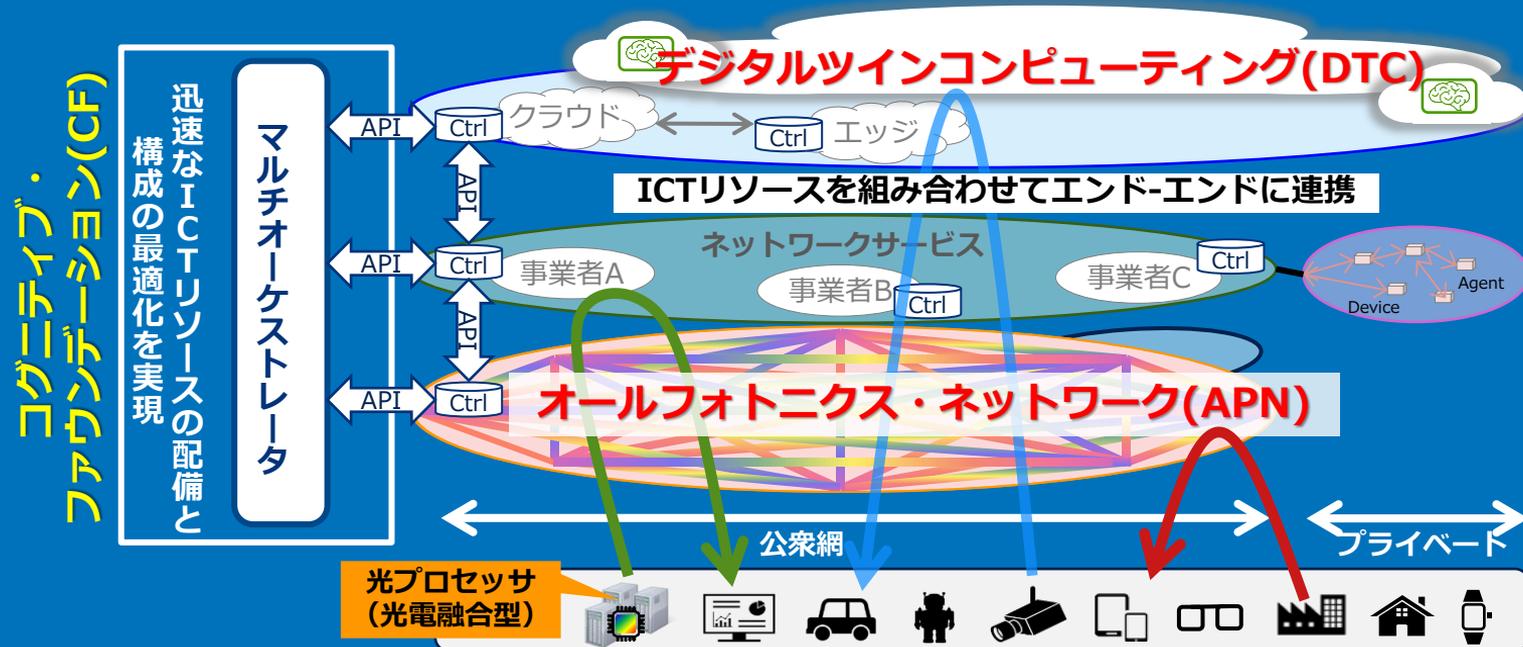
電子から光へ : From Electronics to Photonics

圧倒的な低消費電力化と情報処理の超高速化

Dramatically lower power consumption and ultra-high-speed data processing

日本語 https://www.youtube.com/watch?v=0OXzcwTB_hY&t=5s
English <https://www.youtube.com/watch?v=jcvmU4Une4I>

- **I**nnovative **O**ptical and **W**ireless **N**etwork (IOWN:アイオン)
- スマートな世界を実現する、**最先端の光関連技術および情報処理技術を活用した未来のコミュニケーション基盤**



光技術による「**伝送**」

電子技術による「**処理**」

“Transmitting” by Photonics Technology

“Processing” by Electronics Technology



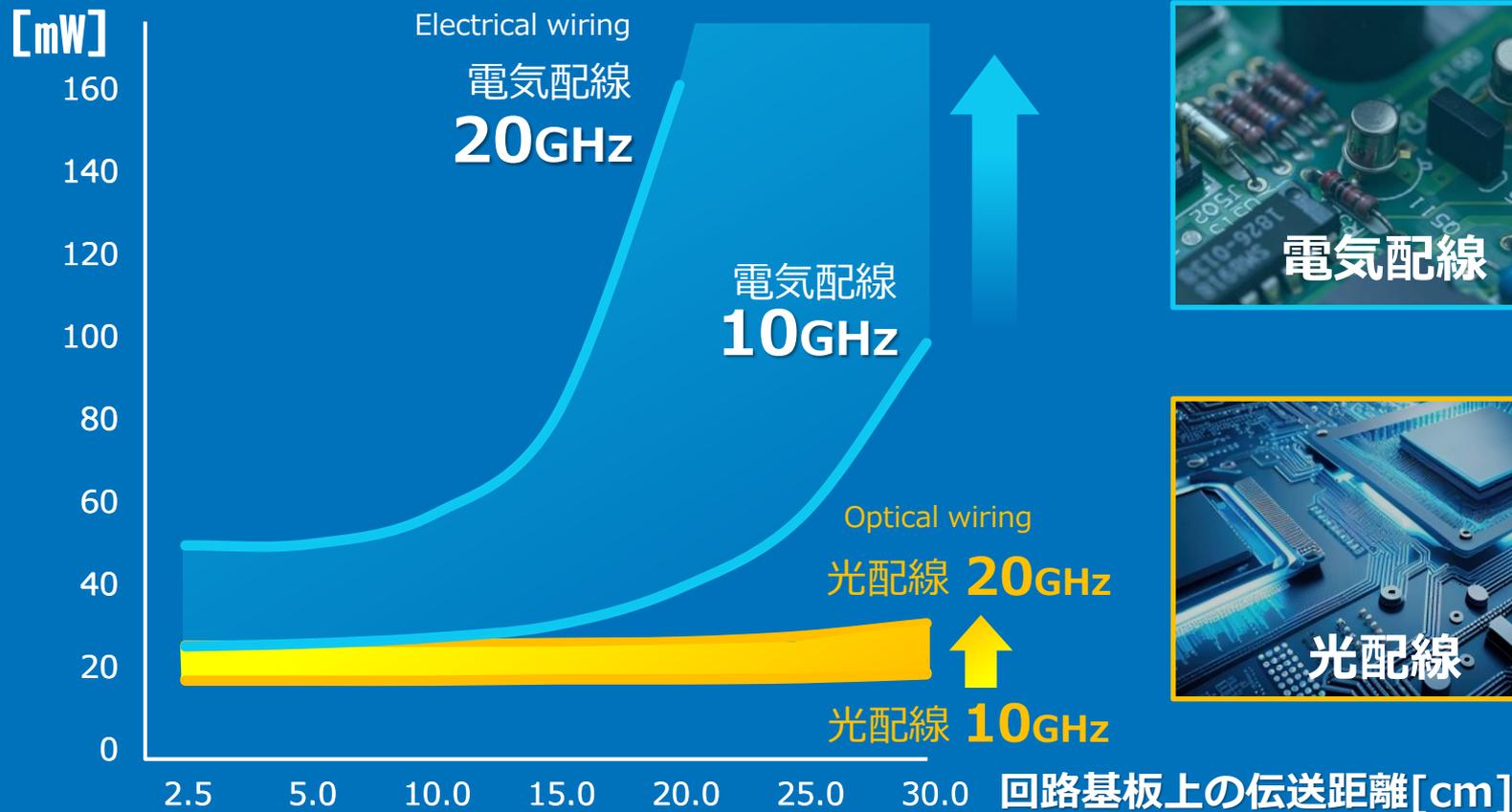
光と電子の緊密な結合
(光技術によるデータ処理)

「**光電融合技術**」

Combination of photonics & electronics
for next gen networking and computing

“Photonics Electronics Convergence”

電気と光の違い Difference between Electricity and Photonics



光デバイスの進展 (NTT研究所)

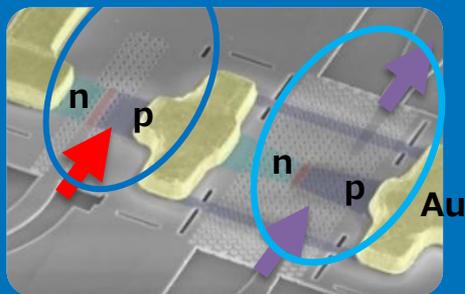
Improvements of Optical technologies (NTT labs.)



2019.4

光トランジスタ

Optical transistor

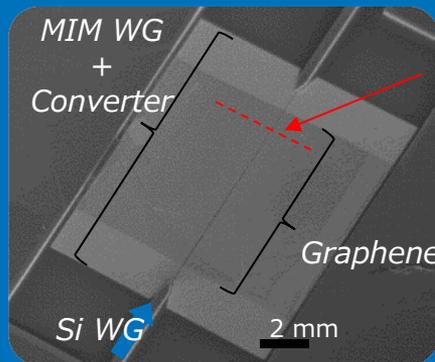


Nature Photonics掲載
消費電力94%削減

2019.11

全光スイッチ

All-optical switch

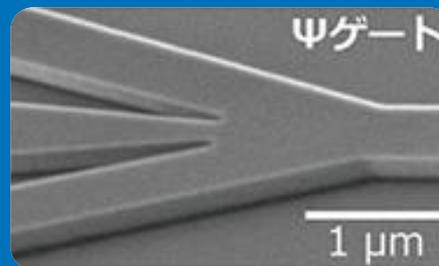


Nature Photonics掲載

2020.3

光論理ゲート

Optical logic gate

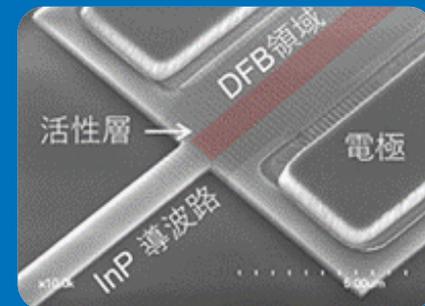


Communications Physics掲載

2020.10

直接変調レーザ

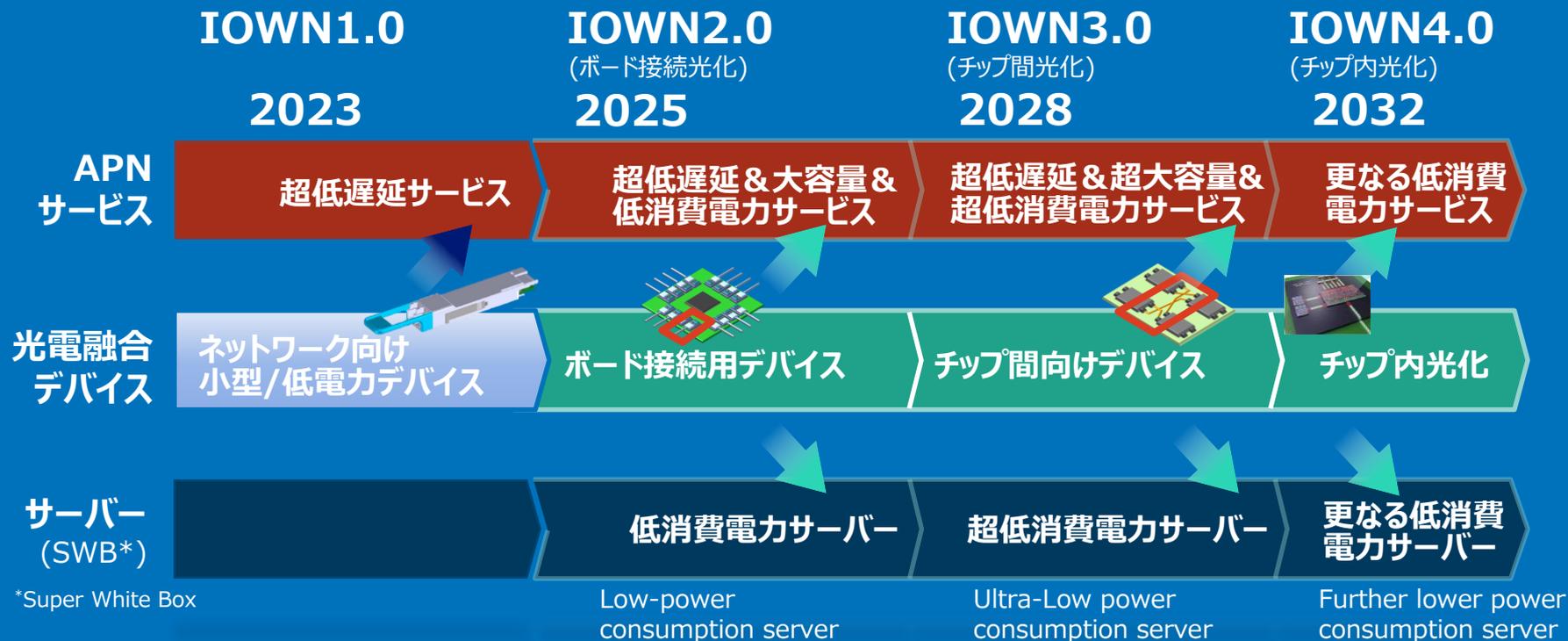
Directly modulated laser



Nature Photonics掲載

光電融合技術のロードマップ

Roadmap of Photonics Electronics Convergence Devices



*Super White Box

Low-power consumption server

Ultra-Low power consumption server

Further lower power consumption server

オールフォトンクス・ネットワークの目標性能



IOWN target performance

■ 圧倒的な低消費電力、大容量・高品質、低遅延なネットワーク

- 低消費電力：ネットワークから端末までフォトンクス技術を導入し消費電力を抑制
- 大容量・高品質：サービス毎の波長割当てにより、他の影響を受けない大容量伝送を実現
- 低遅延：TCP/IPの待ち合わせやデータ圧縮が不要

低消費電力

Low-power consumption

電力効率 **100倍**※1

伝送媒体

光ファイバケーブル



伝送装置

光(波長)スルー



情報処理基盤

光電融合素子



大容量・高品質

High-capacity/ high-quality

伝送容量 **125倍**※2

・波長（光信号）



※2 光ファイバー1本あたりの通信容量の目標値

低遅延

Low latency

エンドエンド遅延
1/200※3

・波長単位で伝送

・待ち合わせ処理不要

・データの圧縮不要

波長A

大容量動画(非圧縮)

処理遅延なし

波長B

音声

※3 同一県内で圧縮処理が不要となる映像トラフィックでの遅延の目標値

※1 フォトンクス技術適用部分の電力効率の目標値

IOWN Global Forumメンバー加入状況 Members



Sponsor Members (39)

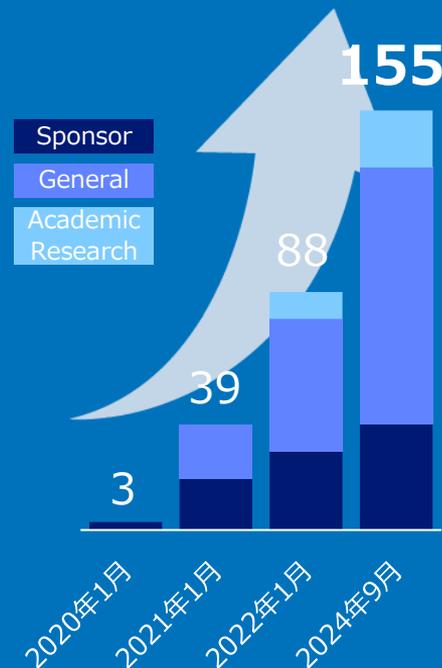
Advanced Semiconductor Engineering	Intel	Red Hat	KDDI株式会社	株式会社 博報堂
Chunghua Telecom	MICROSOFT	Samsung Electronics	京セラ株式会社	富士通株式会社
Ciena	NICT	SK hynix	住友電気工業株式会社	古河電気工業株式会社
Cisco Systems	Nokia	SK Telecom	ソニーグループ株式会社	株式会社みずほ銀行
Dell Technologies	Oracle Japan	VMware	デロイト トーマツ	三菱電機株式会社
Delta Electronics	ORANGE	アクセンチュア株式会社	トヨタ自動車株式会社	株式会社三菱UFJ銀行
Ericsson	Pegatron	アソシエイト株式会社	日本電気株式会社	楽天モバイル株式会社
Google	PwC Japan	キオクシア株式会社	日本電信電話株式会社	

アジア・米国・欧州を含む
155組織・団体が参画

※2024年12月時点

General Members (95)

Accton Technology	アイオーコア株式会社	信越化学工業株式会社	ネットワークシステムズ株式会社
Advanced Micro Devices	I-PEX株式会社	新光電気工業株式会社	株式会社白山
DriveNets	味の素株式会社	スカパーJSAT株式会社	パナソニック ホールディングス株式会社
GeNopsys Technologies	株式会社 梓総合研究所	株式会社 住友化学	株式会社ヒアーズ
Infinera	株式会社アドバンテスト	住友商事九州株式会社	東日本旅客鉄道株式会社
IP Infusion	APRESIA Systems 株式会社	セイコーエプソン株式会社	株式会社日立製作所
Juniper Networks	株式会社 安藤・間	双日テックイノベーション株式会社	株式会社フジクラ
Keysight Technologies	アンリツ株式会社	S O M P Oホールディングス株式会社	株式会社Preferred Networks
NVIDIA	イーソリューションズ株式会社	大成建設株式会社	本田技研工業株式会社
OISHII FARM	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社	大日本印刷株式会社	本多通信工業株式会社
Qualcomm	イビデン株式会社	中部電力株式会社	三井化学株式会社
Renesas Electronics	AGC株式会社	株式会社TBSホールディングス	三井情報株式会社
Ribbon Communications Operating Company	エクシオグループ株式会社	デクセリアルズ株式会社	三菱ケミカルグループ株式会社
SENKO Advanced Components	SCSK株式会社	株式会社電通グループ	三菱重工株式会社
ServiceNow	株式会社エネコム	東京海上日動火災保険株式会社	三菱商事株式会社
SUMITOMO BAKELITE	沖電気工業株式会社	株式会社東芝	株式会社三菱総合研究所
Suncall	株式会社オブテージ	凸版印刷株式会社	株式会社ミラリス テクノロジーズ
Super Micro Computer	オリンパス株式会社	日揮株式会社	株式会社ミライト
TELEFÓNICA	九州電力送配電株式会社	日産化学株式会社	株式会社村田製作所
Ufi Space	ケル株式会社	日東紡績株式会社	矢崎総業株式会社
VIAVI Solutions	santec AOC株式会社	日本放送協会	ユニアテックス株式会社
Wind River Systems	J X 金属株式会社	日本ガイン株式会社	横河計測株式会社
Wiwynn	株式会社JTOWER	日本レイト・カード 合同会社	株式会社レソナック
artience株式会社	清水建設株式会社	ネットアップ合同会社	



Academic or Research Members (21)

産業技術総合研究所(AIST)	防災科学技術研究所(NIED)	SBI大学院大学	名古屋大学
台湾雲端物聯網産業協會(CIAT)	国立情報学研究所(NII)	大阪大学	広島大学
電力中央研究所(CRIEPI)	光電子融合基盤技術研究所(PETRA)	慶応義塾大学	早稲田大学
資訊工業策進會(III)	PhotonDelta Foundation	滋賀大学	
工業技術研究院(ITRI)	光電科技工業協進會(PIDA)	東京大学	
宇宙航空研究開発機構(JAXA)	台湾資通産業標準協會(TAICS)	東北大学	

災い（災害）も恵みへ： Even misfortune becomes blessing

宇宙環境エネルギー研究所の挑戦

NTT Space Environment and Energy Laboratories Challenges

実現したい社会

Vision of the society we want to realize



社会



Society

影響例) CO₂/廃棄物排出、資源消費、環境破壊

地球環境への影響を±ゼロにする

Zero environmental impact

Environmental adaptation

地球環境変化による影響を受容する

影響例) 気象極端化、台風の巨大化

地球環境



Global environment

しなやかな社会の実現

(地球環境の再生と包摂的かつサステナブルな社会)



Realization of a Resilient Society

研究テーマの全体像 Research themes



環境負荷ゼロ

Zero environmental impact

環境負荷ゼロに貢献し、
気候変動の影響を低減

Panel
展示

次世代
エネルギー技術

- ・核融合最適オペレーション技術
- ・宇宙太陽光発電技術

Next-generation energy technology

エネルギー
ネットワーク技術

- ・エネルギー循環技術
- ・エネルギー最適制御技術

Energy network technology

Sustainable system technology

サステナブル
システム技術

- ・藻類の品種改良技術
- ・農作物の品種改良技術

環境適応

Environmental
adaptation

未来予測により
気候変動の影響
に適応

プロアクティブ
環境適応技術

- ・落雷制御・充電技術
- ・宇宙放射線評価・ハリア技術

Proactive environmental
adaptation technology

Environment and
socioeconomic nexus
forecasting technology

環境社会循環予測技術

- ・長期未来予測技術による戦略策定支援
- ・自然環境-地域社会の相互影響アセスメント

Global environmental futures
forecasting technology

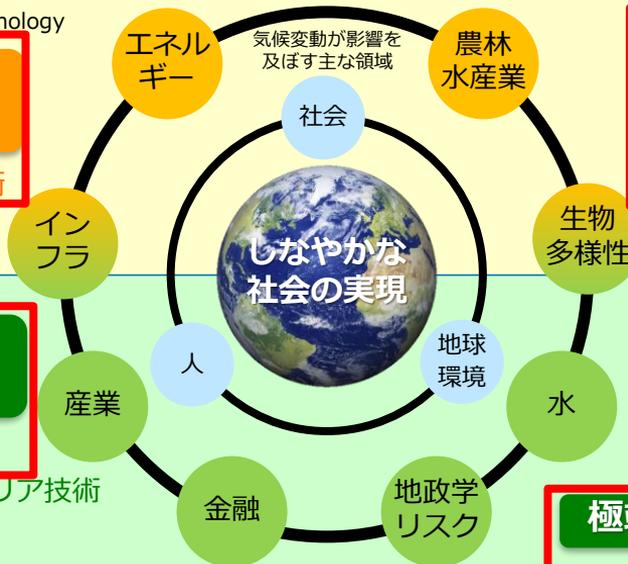
地球環境未来予測技術

- ・地球情報予測分析技術
- ・海洋生態系循環予測技術
- ・海洋シミュレーション高速化技術

極端気象未来予測技術

- ・超広域大気海洋観測技術
- ・極端気象予測技術

Extreme weather futures forecasting
technology



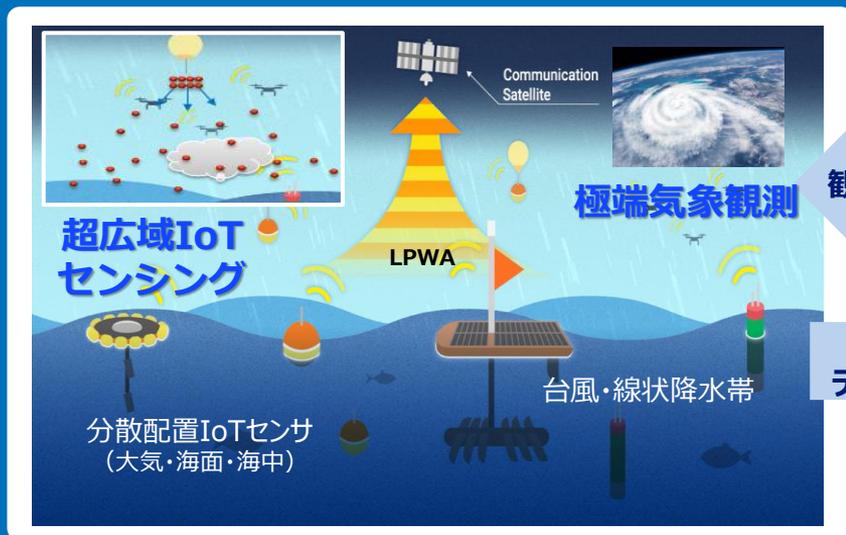
日本語 <https://www.youtube.com/watch?v=ZJ2m1Wf9RRA&t=126s>
English https://www.youtube.com/watch?v=fOv-wMYCn_0&t=4s

極端気象未来予測技術

Extreme weather futures forecasting technology

- 気象衛星からのリモートセンシングに頼った気象予測精度向上の限界を打破
- 衛星・HAPS通信を活用した**超広域なIoTセンシング**により、観測が困難であった海域での**直接観測データ**を収集し、リアルタイムに**台風・線状降水帯予測に活用**することで、**高精度な極端気象予測を実現**する

超広域大気海洋観測技術



極端気象予測技術



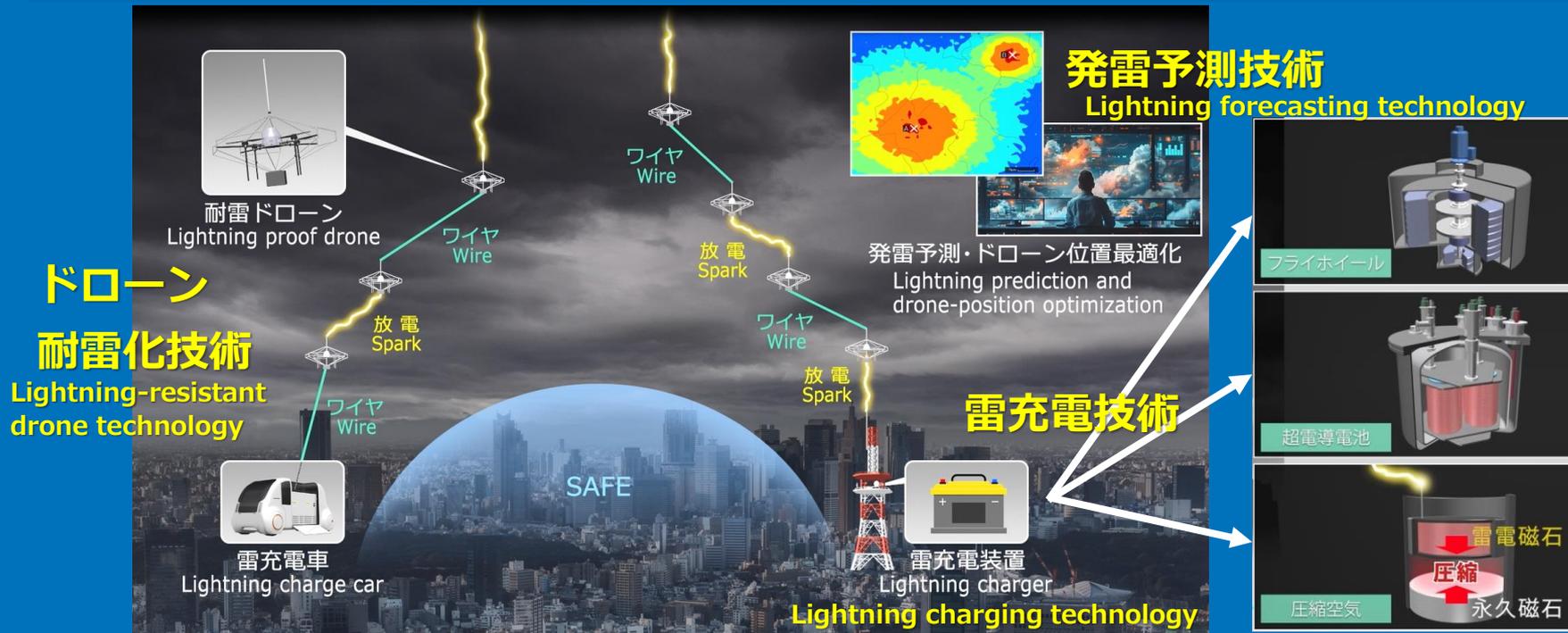
日本語 <https://www.youtube.com/watch?v=e9yD5cqfMMc&t=114s>
English <https://www.youtube.com/watch?v=vjplxouljUA&t=14s>

落雷制御・充電技術

Lightning control / charging technology



- ドローンを利用して**落雷を安全な場所に導く技術**や落雷自体を未然に防ぐ技術の実現をめざす
- バッテリー以外の充電技術により、**雷エネルギーの蓄積・再利用**を実現する



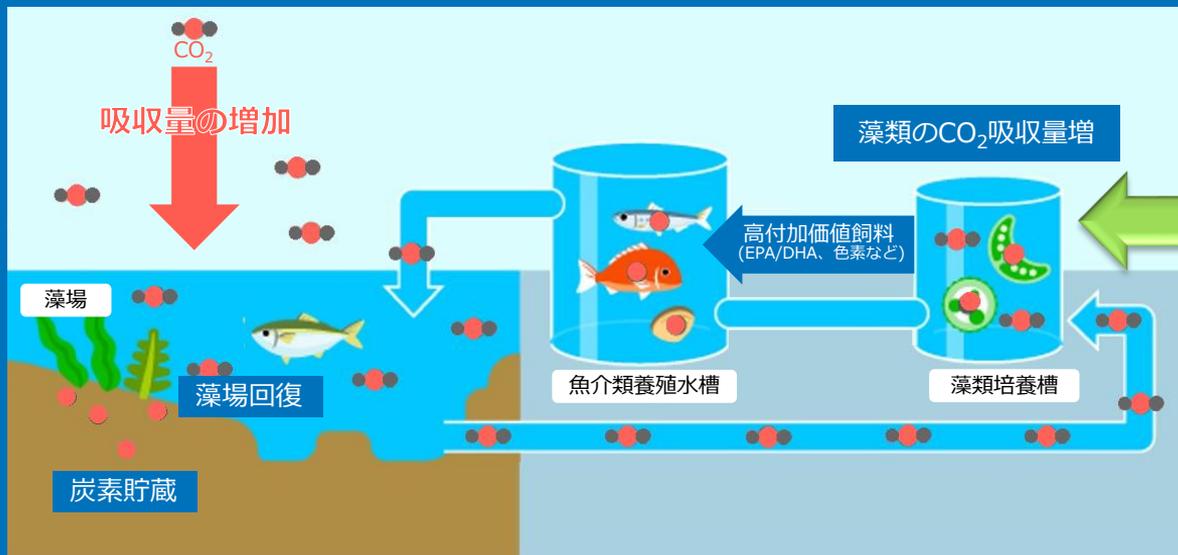
日本語 <https://www.youtube.com/watch?v=nG6hYc8zYlg&t=92s>
English <https://www.youtube.com/watch?v=7xuCBBFhYu0&t=7s>

CO₂変換技術：海洋へのアプローチ

CO₂ Conversion: Approach to ocean

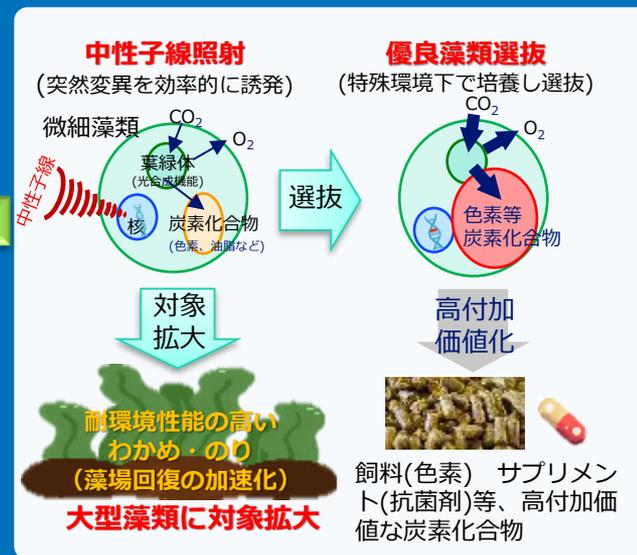
- 陸上養殖用の藻類飼料化に向けて、**優れたCO₂吸収能力を持ち、餌として付加価値の高い特徴を有する藻類の品種改良技術**の確立をめざす
- 中性子線照射を用いた品種改良技術により高付加価値化を実現（2026年度）

低環境負荷の陸上養殖



Low environmental impact land-based aquaculture

藻類の品種改良



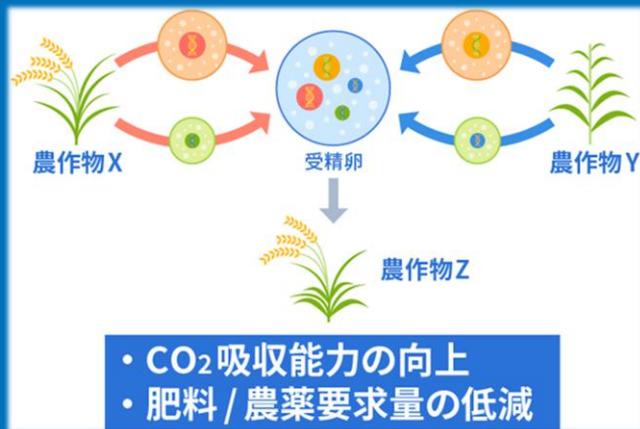
Improved varieties for algae

CO₂変換技術：陸上植物へのアプローチ

CO₂ Conversion: Approach to terrestrial plant

- 超低環境負荷型農業の実現に向けて、**優れたCO₂吸収能力を持ちながら農薬・化学肥料の不要な農作物の品種改良技術**の確立をめざす
- 耕作面積が最大である**イネ科を対象**として、**細胞融合技術**を用いた品種改良により炭素固定量1.5倍を実現する（2026年度）

細胞融合技術による農作物の品種改良



Crop Breeding by Cell Fusion Technology

農作物の栽培技術

Agricultural crop cultivation technology



農薬・肥料を必要としない低環境負荷型の農業システムを実現

■ 限界打破のイノベーションで世の中を変えていく

Change the world through innovation that exceeds the limits

■ 電子から光へ From Electronics to Photonics

- IOWN構想

■ 災い（災害）も恵みに Even misfortune becomes blessing

- 極端気象未来予測技術
- 落雷制御・充電技術
- CO₂変換技術（藻類・農作物の品種改良）

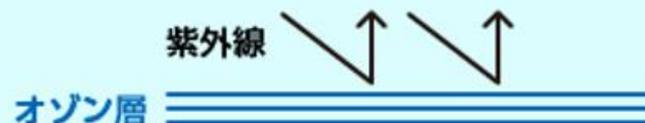
***Innovating a Sustainable Future
for People and Planet***

藻類は人類誕生の源であり、これからの地球の救世主



Algae are the source of the birth of mankind and the savior of the earth to come

- ・ 藻類：陸上植物以外で光合成をする生物
- ・ 原始の藻類により地球に酸素が供給



大気中の酸素量

