



クラウドファンディング補足説明会

Project No:KID-S5019



革新的マイクロ波電力伝送技術と海洋インバースダム による大深度海域の豊富な洋上再エネの開発

石川容平

京都大学 生存圏研究所 特任教授
(一社)海洋インバースダム協会 会長

令和3年3月31日(水曜日) 場所: on line(zoom)



もくじ



1. 背景
2. エネルギー選択の長期的変化と目的
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」は自ら最適ビームを作り出す
5. 両側「レトロ方式」ビームは吸収体を回避する
6. 原理実証試験と新測定方法について (松室先生)
7. クラウドファンディングについて現状報告

日EU、脱炭素で協力

今春中に枠組み 途上国を支援

日本と欧州連合(EU)への再生可能エネルギーの導入支援や新技術の包括的な協力を進める枠組みを発で連携する。2050年を創設する見通しになった。アジアなど途上国に排出量をゼロにする目標を掲げる両者が相乗効果を狙う。

EU側が日本政府に「アライアンス(連合)」を打診。枠組みの形態や協

日EUの得意分野を生かした新技術の共同開発も見据える。日本は二酸化炭素(CO₂)を地下に埋め込み排出を減らす手法の研究を進めている。アンモニア燃料を活用した発電技術にも強みがある。欧州は再生エネルギーの運用ノウハウで先

力案件について当局間で詰めの協議をしている。東南アジアや南アジアなどの新興国や途上国に再生エネルギーの導入を促すことを想定する。途上国や新興国は安価な石炭火力への引き合いがなお強い。日欧は政府開発援助(ODA)などで脱炭素の施策を後

3月30日日経朝刊

米、洋上風力拡大 1000万世帯供給



政府主導、30年までに

ワシントン 風山太 日 温暖化の排出を減らすため、政府はバイデン政権は洋上風力に注力する。ロイター

バイデン政権は洋上風力に注力する。ロイター

洋上風力発電の拡大を人の雇用を生み出すと期待している。連邦政府は洋上風力発電の開発を促進するため、研究開発への政府投資を増やす。脱炭素に向けて再生エネルギーの開発を急ぐ。洋上風力は日本を含む世界の整備で企業の設備投資を押し上げる。四半期は米国の現行よりも0.5年まで排出量を削減する。米国の排出量は10億トンの発電能力を目標とする。7800万トンの二酸化炭素(CO₂)排出削減で、770000

経済と雇用
2050排出0
海洋技術

日本: 地下貯留CO2 アンモニア燃料
欧州: 風力、運用



背景



現状の課題と方向性

1. 世界の最もホットな問題は地球温暖化とそれに伴う**多くの弊害**である
2. 電力・エネルギー市場は時間変動、季節変動、突発事故があり、**調整電源**が必須
3. 原子力はわが国で、石炭火力、LNG など世界中で**火力は評判が悪い**
4. 水素社会と騒がれるが一次エネルギーではなく**キャリア**である。
5. 菅政権は再エネの**主力電源を洋上風力**と位置付けるが**輸入品**である
6. 沿岸部の洋上風力は観光産業、漁業、浚渫、海上交通等と**摩擦**を生じる
7. 遠洋の大深度洋上風力から**MW 級マイクロ波伝送**が環境アセスも容易である
8. 国土が狭小なわが国の産業発展には**広大な海洋を耕す**ことが効果的である。

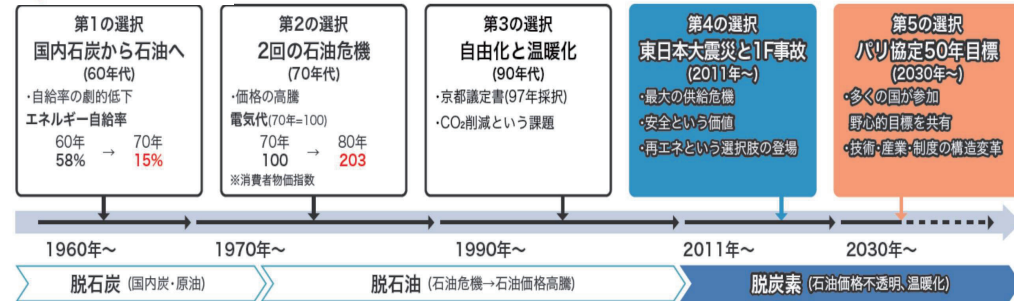


変化するエネルギー選択とその目的



経済産業省
資源エネルギー庁
Agency for Natural Resources and Energy

エネルギー選択の流れ



エネルギー選択の目的



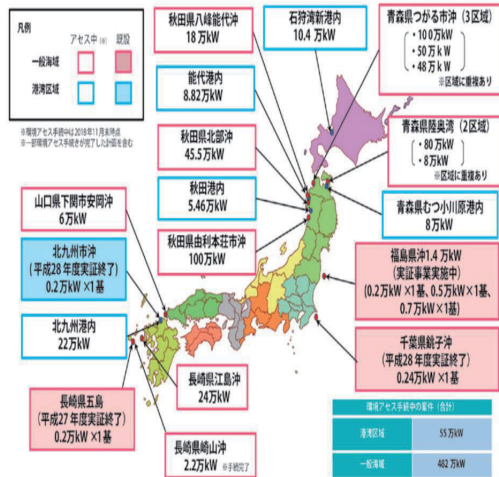
総合エネルギー統計（2017年度）等を基に資源エネルギー庁作成



脱炭素社会実現への課題



現状の特区型再エネ政策で2050削減目標に到達するかの懸念



1. 設備容量が再エネ導入の主な指標となり、最も重要な利用率、年間総発電量が殆ど議論されていない。
2. 海運業や漁業など、海域の先行利用者との調整に関する枠組みが存在しない。(投資計画が困難)
3. 食料自給率とエネルギー自給率確保の競合状態を招き地域の観光産業・伝統文化との整合性に欠ける。
4. 実施海域を将来なぜ拡大できるかの原理が無い。(4500万kW確保時の列島周辺の海図が存在しない(2040年))
5. 安全保障infraに輸入資源を導入する危うさの拡大。(地下水系・海洋汚染、激甚化する自然災害対策、貴重資源確保)

現状の進め方の延長線上に2050年のゴールを設定することは困難である。

出典：資源エネルギー庁
 537万kW x 0.35 (利用率) = 1.87GW (原発2個分弱)
 2021.01.29 新エネ課説明資料 @竹内衆議院議員室 Y. Ishikawa

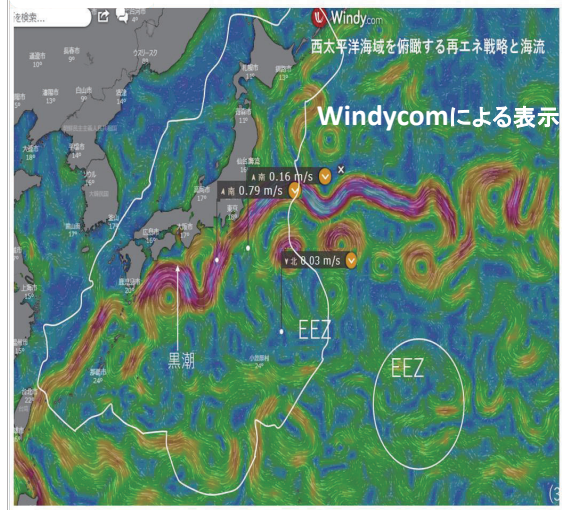


脱炭素社会実現への方策提案



本質的課題解決と懸念解消に有力な方策は沖合海域 (EEZ) の積極的利用

(石油が出ない我が国の海洋土木技術は海洋橋梁、海外プラント等を経験して今や世界水準に達した)



- ◆ 大深度を持つ西太平洋のEEZ内の再エネ利用により1-4の殆どの懸念は払拭される。
 - 広大(400万平方km)な海域の安定した風況を持つ豊富なエネルギーが利用できる。
 - 風況の季節変動は予測技術と設備の緩やかな移動により安定した再エネ確保が可能である。
- ◆ 大深度海域に構築した大規模揚水発電所(海洋インバースダム)により、高品質で調整機能を持つ海洋エネルギーの導入が可能である。
 - 火力・水力発電などによる稼働率の低い調整電源の2重投資を抑えることができる。

メガフロート技術との融合
 港湾ドックでの組み立て・メンテ可能な完全浮体構造物の技術開発が重要 (2)



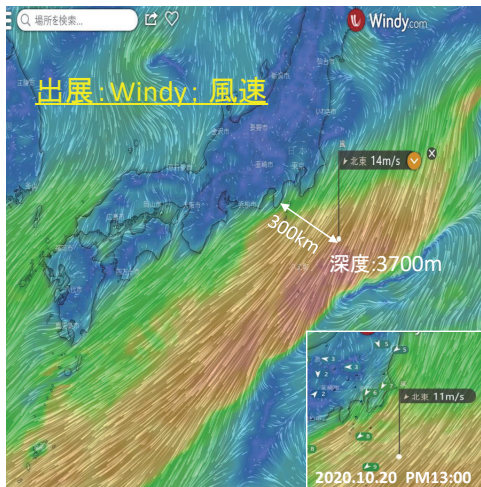
黒潮を超えた太平洋に豊富に存在する広大な再エネ海域



100tonの風圧(10Mw)を受け0.5ktの海流中で静止する
必要な最小電力は $P=F \cdot v=100000 \times 9.8 \times 0.25\text{m/s}=2.5\text{Mw}$
従って、できるだけ流速の少ない海域利用が望ましい。

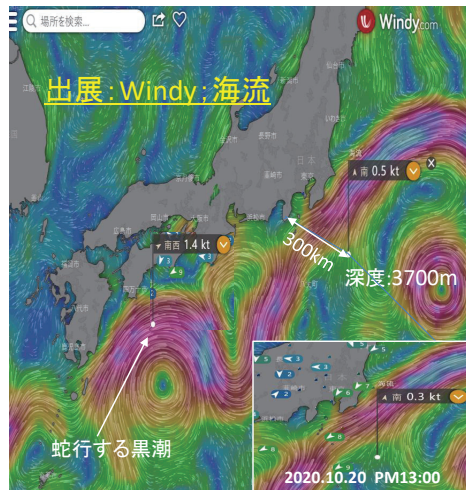
EEZ内で風況が良く、波が静かで、遅い海流
が存在する領域は漁業・交通との摩擦が少ない
理想的wind farm が構築可能である

風速 2020.10.19 PM19:00



日本ではおおよそ北緯 30° よりも北であれば偏西風が吹き
それよりも南であれば貿易風が吹きます。

海流 2020.10.19 PM19:00



0.3kt=0.15m/sec 1.42kt=2.59km/h=0.72m/sec



もくじ



低損失性と安全性を考慮した洋上を水平伝播するマイクロ波ビーム技術

1. 背景
2. 地上応用と宇宙と宇宙応用の違いと共通性
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」はなぜ自ら最適ビームを作り出すのか。
5. 両側「レトロ方式」ビームは吸収体を回避する
7. クラウドファンディングについて現状報告



洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題



● 2050年脱炭素社会に向けた大規模洋上再エネプラントの導入メリット

- (1) 我が国の主たる再生可能エネルギーは遠洋の大深度海域に存在する (EEZ 内)
景観、漁業、海上交通、浚渫 & 津波、地震、高潮などの問題発生が少ない
- (2) 遠洋の洋上風力は移動式で設備利用率が高く「海洋インバースダム」で品質改善が可能
- (3) 数百km遠洋のエネルギーは洋上の革新的無線電力伝送技術を用いて陸地へ運搬
- (4) 侵入障害物を自動回避・停止する高効率無線電力ビーム技術による生体安全の確保
- (5) 環境アセスや国際調整にかかる時間短縮ができる。

● 研究を進める革新的新技術課題への挑戦と戦略

- (1) 完全浮体式で抗力係数(Cd)を低減化した海洋構造物の省エネ型定点停止技術の確立
- (2) 空気と海水の密度差を最大限利用した風圧で流されない省エネ型定点停止技術の確立
- (3) 閉鎖型淡水上下移動を利用した環境調和型長寿命「海洋インバースダム」の技術の確立
- (4) パッシブ制御自己収束型ビーム技術を用いた超低漏洩で高速追尾システム技術の確立
- (5) ビームからの漏洩電力が常時最小値に制御され、既存通信システムとの干渉回避が容易



洋上風力のエネルギーを極低漏洩マイクロ波で日本列島へ

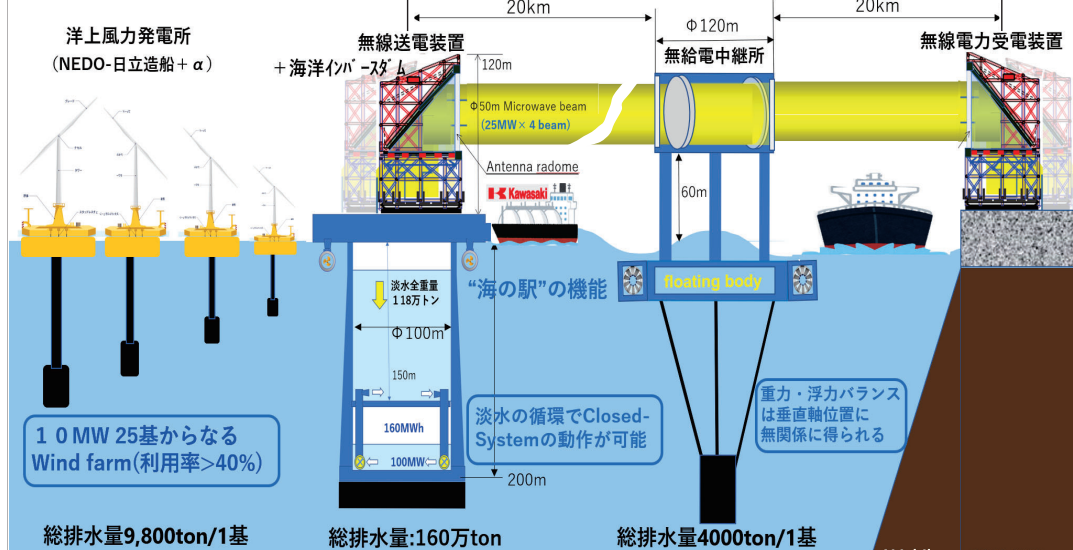


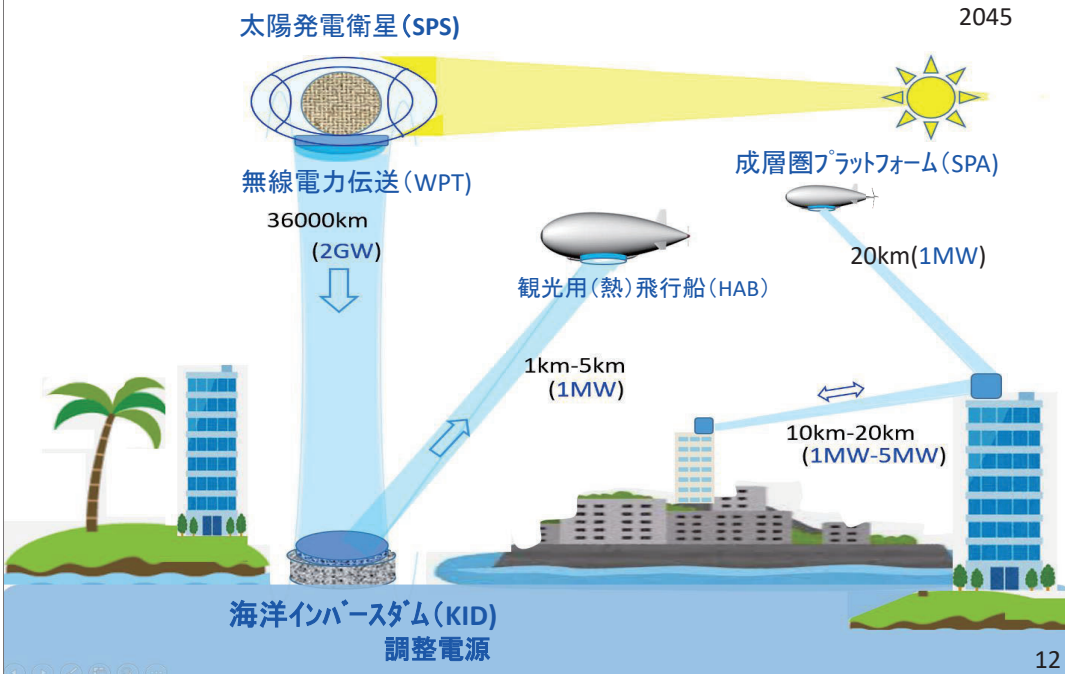
洋上の中継器により再エネの採取・配送の自由度を向上



完全浮体式洋上風力と完全浮体式海洋インバースダムの組み合わせ利用 (10万kW再エネ洋上発電所)

Confidential





低損失性と安全性を考慮した洋上を水平伝播するマイクロ波ビーム技術

1. 背景
2. 地上応用と宇宙と宇宙応用の違いと共通性
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」は自ら最適ビームを作り出す。
5. 両側「レトロ方式」ビームはなぜ吸収体を回避するのか。
6. まとめ

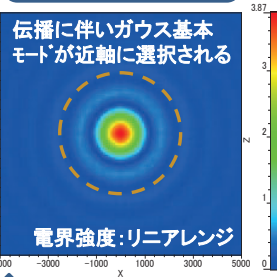
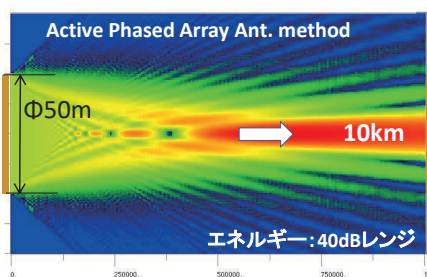
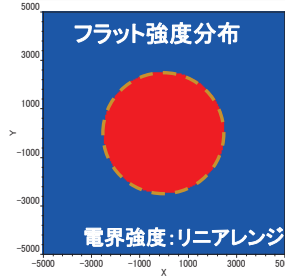


フェーストアレイアンテナ方式と自己収束型新方式の比較 (理論限界)



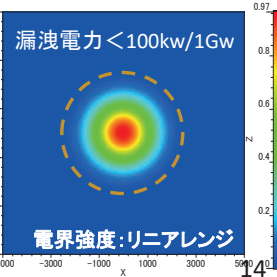
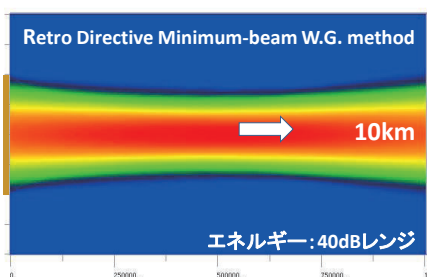
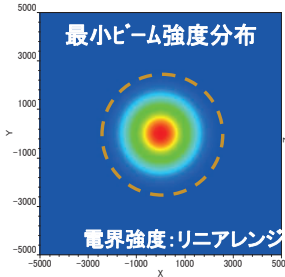
フェーストアレイアンテナ方式 : 伝搬効率(補足率) 91.25%

周波数 : 5.8GHz
アンテナ径 : 50m
伝搬距離 : 10km

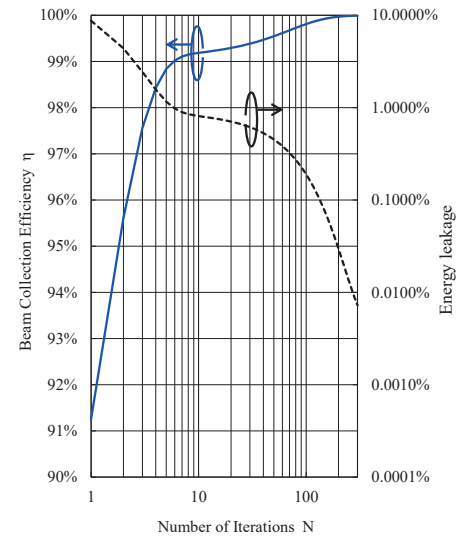
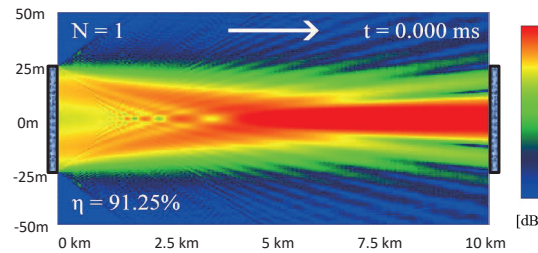
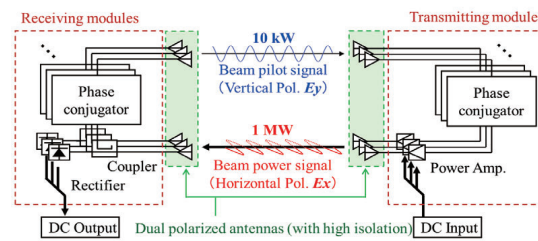


最小ビーム導波路方式 : 伝搬効率(補足率) 99.996%

実用化については通信業界との両立性が困難



両側レトロディレクティブを用いたWPT



T. Matsumuro, Y. Ishikawa, N. Shinohara, *Asia Pacific Microwave Conference 2018*, Nov. 2018.

伝搬の繰り返しにより漏洩が最小となる状態に「自己収束」する



もくじ

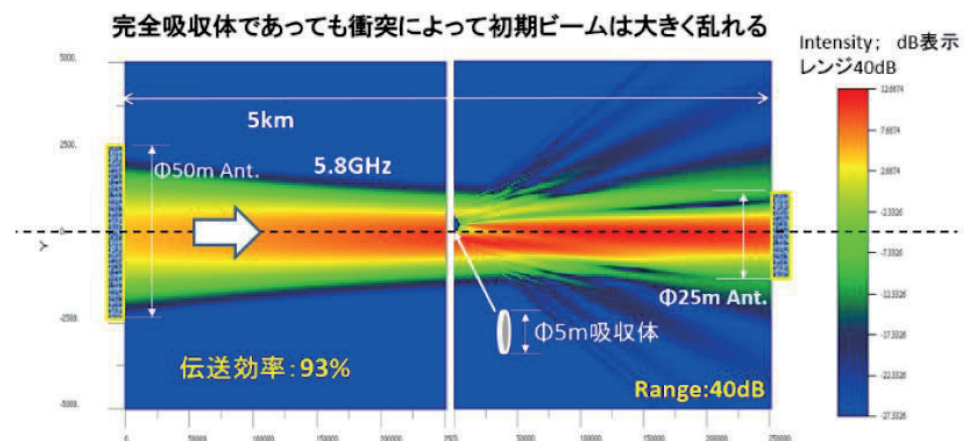


低損失性と安全性を考慮した洋上を水平伝播するマイクロ波ビーム技術

1. 背景
2. 地上応用と宇宙と宇宙応用の違いと共通性
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」はなぜ自ら最適ビームを作り出すのか。
5. 両側「レトロ方式」ビームは吸収体を回避する
6. まとめ



理想ビーム波が吸収体で吸収・散乱される様子 (初期値99.99%以上の定常状態)



1. 送電ビームの電磁界エネルギーは前方散乱、吸収、透過波に分かれる
2. 透過波の伝送効率は93%である。(吸収体との断面積比より損失大)
3. 前方散乱波が発生する理由是对消滅波が吸収されるからである。

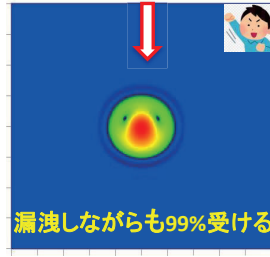
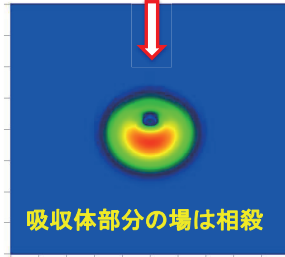
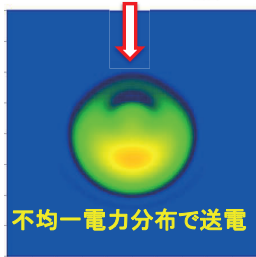
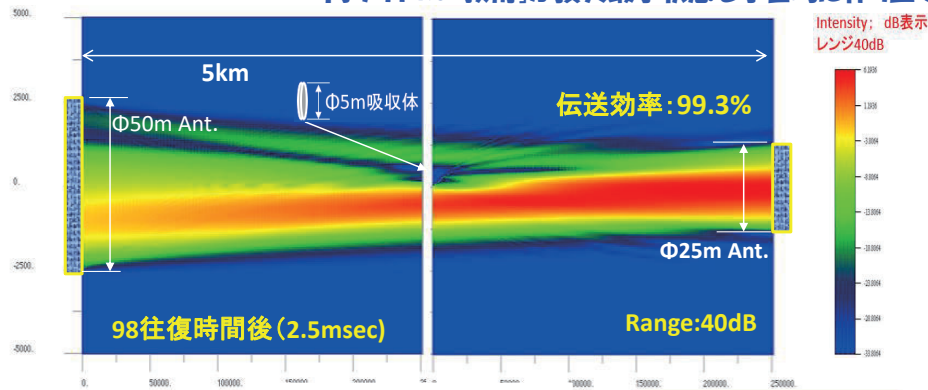


吸収体を避けるように電磁波が伝搬の様子1

数10回の往復時間内で電磁波が消滅する



「両サイドRev技術」が損失最小状態を学習的に作り出す

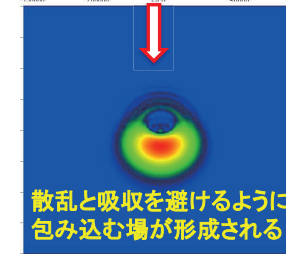
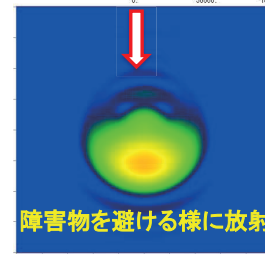
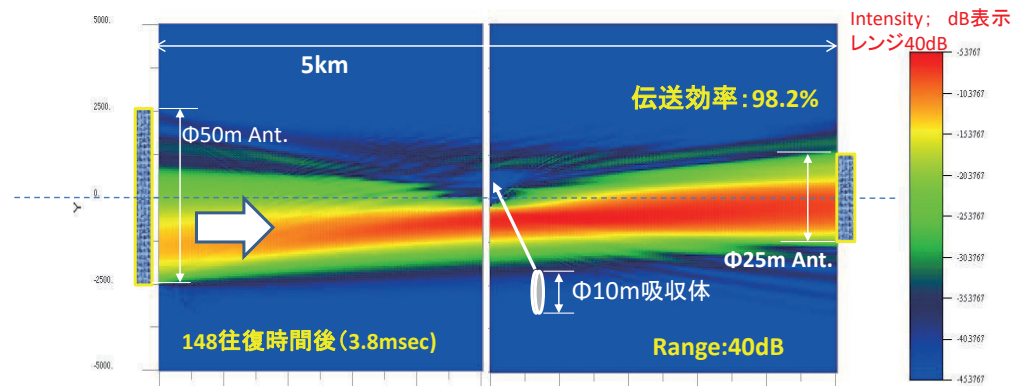


両サイドレトロビームは自己学習的に最適状態を作り出す

百数十回の往復時間内で吸収体近傍電磁界が消滅

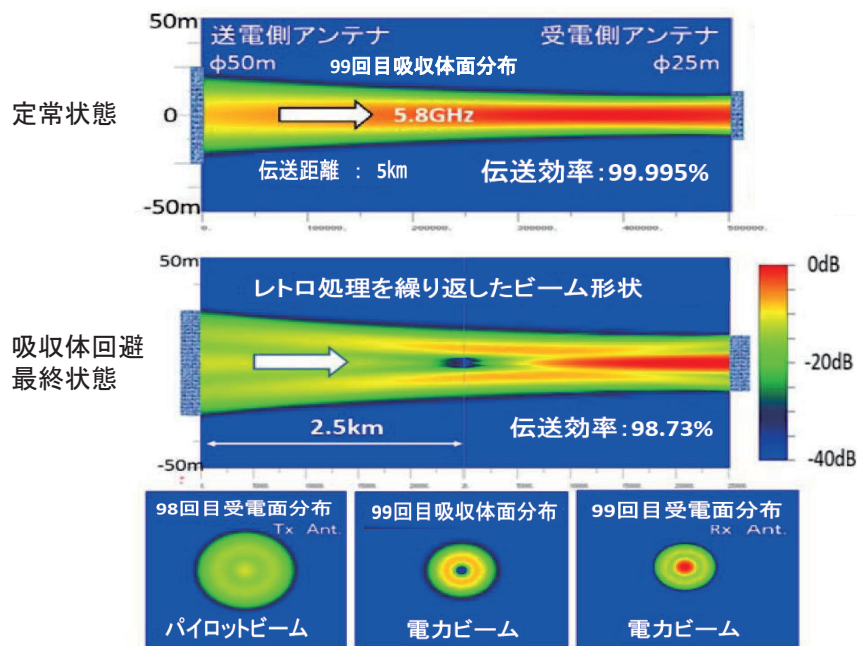


吸収体の面積を4倍にした場合にもビーム内に0電磁界空間出現

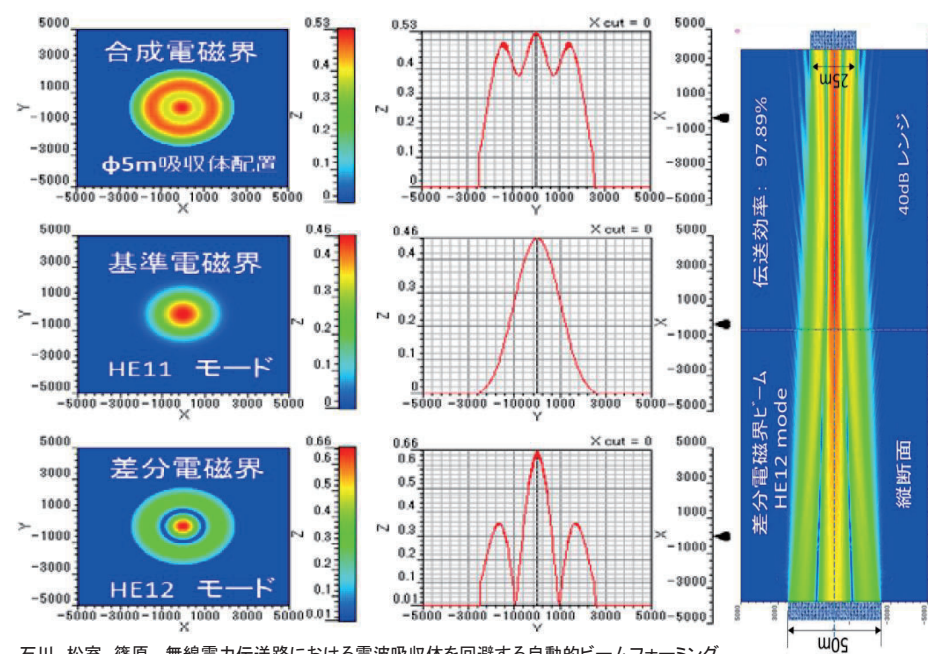




両サイドレトロビームは自己学習的に最適状態を作り出す
百数十回の往復時間内で吸収体近傍電磁界が消滅



位相速度の異なる高次モードとの重ね合わせが回避電磁界を作る



石川、松室、篠原、無線電力伝送路における電波吸収体を回避する自動的ビームフォーミング、
宇宙太陽発電 Vol.5 (2020), pp. 29-34



もくじ



1. 背景
2. エネルギー選択の長期的変化と目的
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」は自ら最適ビームを作り出す
5. 両側「レトロ方式」ビームは吸収体を回避する
6. 原理実証試験と新測定方法について (松室先生)
7. クラウドファンディングについて現状報告



もくじ



低損失性と安全性を考慮した洋上を水平伝播するマイクロ波ビーム技術

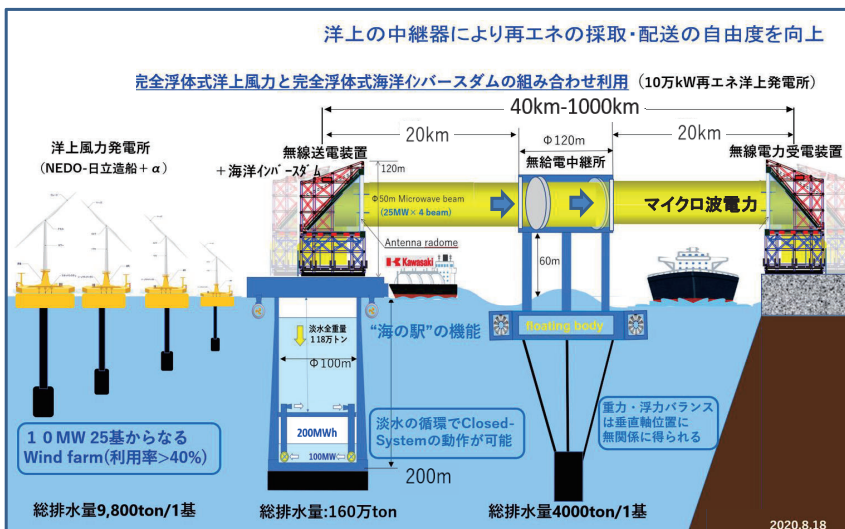
1. 背景
2. 地上応用と宇宙と宇宙応用の違いと共通性
3. 洋上の長距離マイクロ波電力伝送の必要性と課題
4. 両側「レトロ方式」はなぜ自ら最適ビームを作り出すのか。
5. 両側「レトロ方式」ビームは吸収体を回避する
7. クラウドファンディングについて現状報告

2050年脱炭素社会とエネルギー自給率向上をめざして！



研究資金ご寄付のお願い

革新的マイクロ波電力伝送技術で大深度海域の豊富な洋上再エネ開発 project



2050年に向けた大規模洋上再エネ導入システムの特長

● 再エネ大規模導入システムの5つの特長

- (1) 主たる再生可能エネルギーは遠洋の豊富な海域から採取 (EEZ 内)
- (2) 遠洋の洋上風力は設備利用率が高く「海洋インバースダム」で品質改善
- (3) 遠洋のエネルギーは洋上の革新的無線電力伝送技術を用いて陸地へ運搬
- (4) 漏洩電力が常時最小値に制御され既存の通信システムとの干渉回避
- (5) 障害物を自動回避する高効率無線電力ビーム技術による生体安全の確保

● 研究を進める革新的新技術への挑戦と方策

- (1) 完全浮体式で抗力係数(Cd)を低減化した海洋構造物の省エネ型定点停止技術の確立
- (2) 空気と海水の密度差を最大限利用した風圧で流されない省エネ型定点停止技術の確立
- (3) 開鎖型淡水上下移動を利用した環境調和型長寿命「海洋インバースダム」の技術の確立
- (4) パッシブ自己収束型ビーム技術を用いた超低漏洩で高速追尾システム技術の確立

● 研究推進資金にご支援・ご寄付頂ける方への詳しい情報、ウェブ説明会への参画情報

① Readyfor (クラウドファンディング会社)のウェブサイトをご覧ください。(3月19日 正午開設)

<https://readyfor.jp/projects/KID-S5019>

② (一社)海洋インバースダム協会HP も合わせてご覧ください。

<http://kid-s.jpn.com>

協会事務局: <sachiko_kozaki@rish.kyoto-u.ac.jp>



プロジェクトリーダー
石川 容平

京都大学
生存圏研究所
特任教授
一般社団法人
海洋インバースダム
協会 会長

今回のプロジェクトメンバー



京都大学
石川容平

■石川容平 (京都大学 生存圏研究所 環境創生研究局 電源応用分野 特任教授)
地政学と文化に整合する日本の再エネは海洋に大量あると思います。
国産の一次エネルギーを確保してエネルギー安全保障体制とカーボンニュートラルな社会の実現に貢献したいと考えています。皆様のお力をお借りして夢を実現したいと思っています。



近畿大学
浅居正充

■浅居正充 (近畿大学 生物理工学部 生命情報工学科・生体システム工学専攻 教授)
「海を耕せ」とは近畿大学創立者の言葉であり、この洋上の新技術に深い御縁を感じます。



福井大学
茂呂征一郎

■茂呂征一郎 (福井大学大学院 工学研究科電気・電子工学専攻 准教授)
システムのシミュレーションを担当します。
新しい技術の開発の一翼を担えること、たいへんに光栄です。



龍谷大学
松室堯之

■松室堯之 (龍谷大学 先端理工学部 電子情報通信課程 助教)
マイクロ波送電技術が持続可能社会への活路を開くと信じています。
気合を入れて、試験装置を開発します。

新技術の原理実証



大学間連携×協会会員
の体制で実施します。



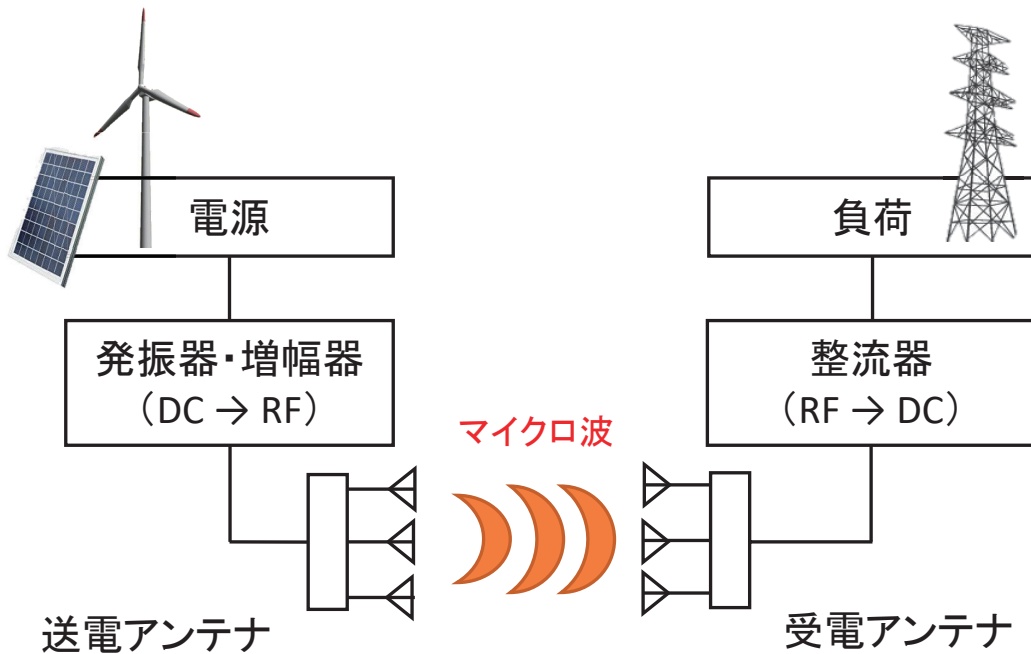
実証実験の概要について

龍谷大学工学部 助教

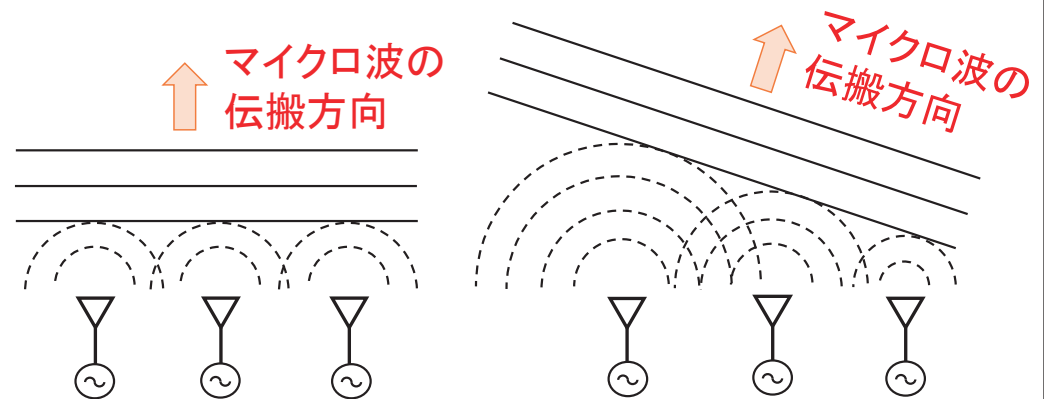
松室 堯之

一般社団法人 海洋インバースダム協会
マイクロ波伝送委員会

マイクロ波送電システムの概要

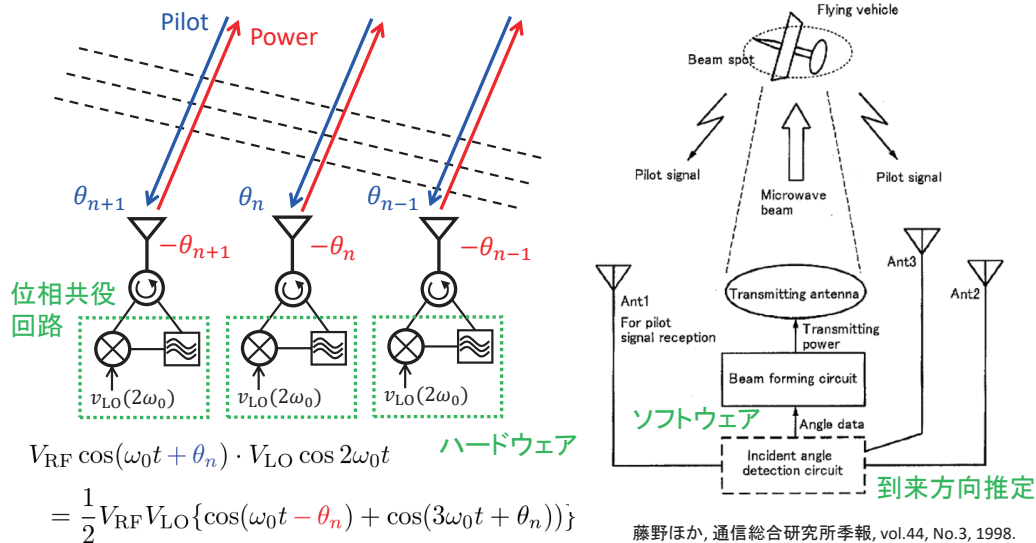


フェーズドアレーアンテナ



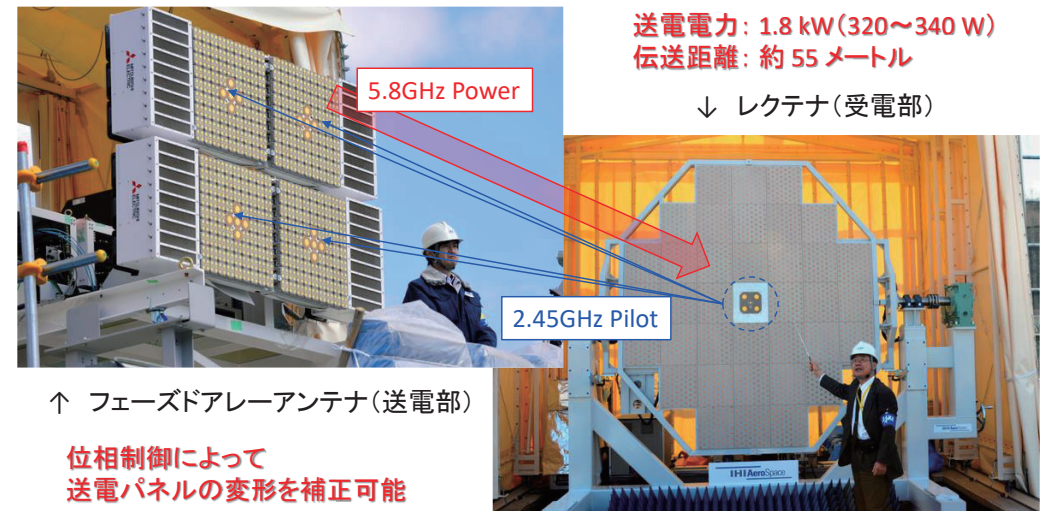
「波の干渉」を利用した電子的なビーム伝搬方向の制御手法

レトロディレクティブシステムの原理



移動する物体の追従や変動する伝送路を補正する有効な手段

マイクロ波送電 地上実証試験 (2015年3月)



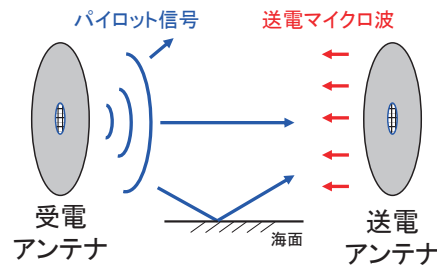
朝日新聞デジタル, “無線送電実験にJAXAが成功 宇宙太陽光発電に一歩”, 2015年3月8日.

振幅モノパルス方式とREV法を組み合わせたソフトウェアレトロ方式

パイロット信号をビームにする

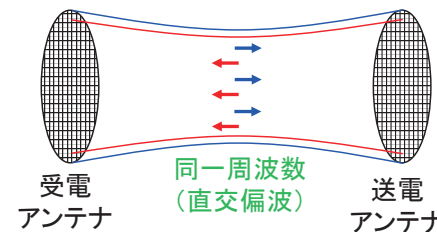
◆ (拡散)パイロット信号

- ・送電する「方向」のみパイロットする
- ・広範囲に信号が到達 ⇒ マルチパス大
- ・パイロット信号効率 ≪ 送電ビーム効率



◆ ビームパイロット信号

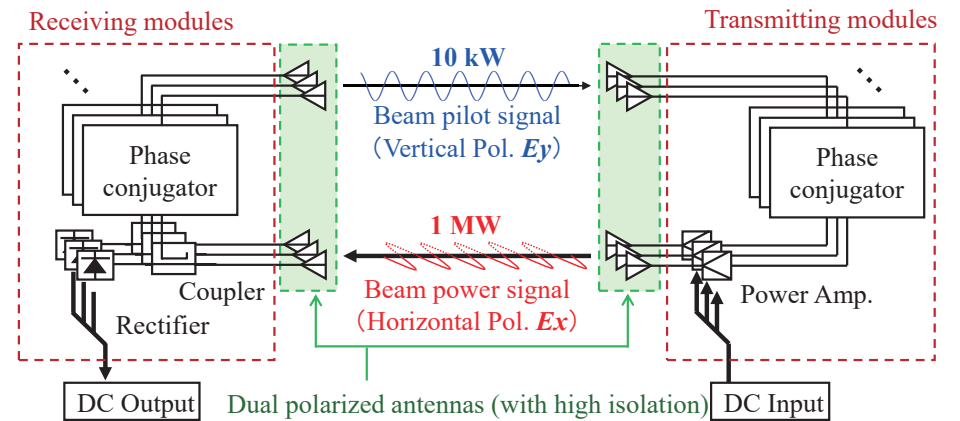
- ・「方向」+「分布」がパイロット可能
- ・信号到達範囲は狭い ⇒ マルチパス小
- ・パイロット信号効率 ≒ 送電ビーム効率



特願2016-223508

パイロット信号をビームにすることで海面反射の影響を低減可能

両側レトロディレクティブシステム

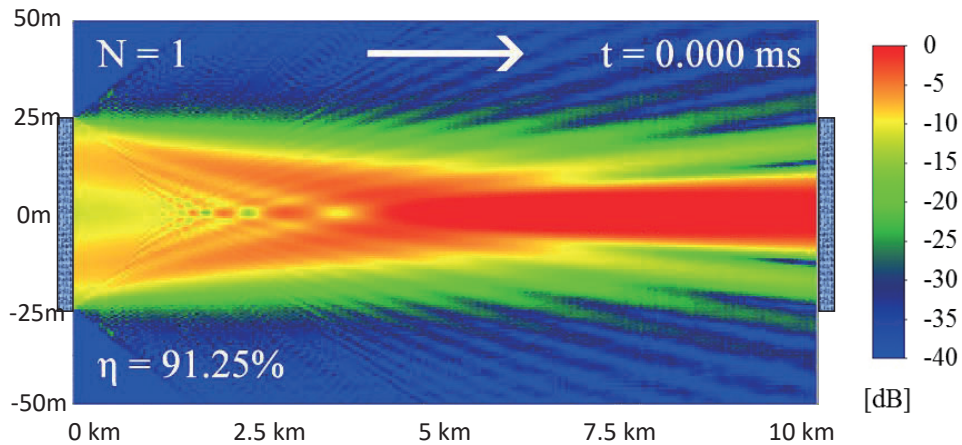


- ・高速にビームを補正することで大気のゆらぎ等に対応することが出来る
- ・到来ビームの位相共役を取ることで、可変位相器が不要となる

特願2017-168781

位相共役の繰り返しによりビーム漏洩電力の極小化を狙う

繰り返し伝搬によるビーム電磁界の変化



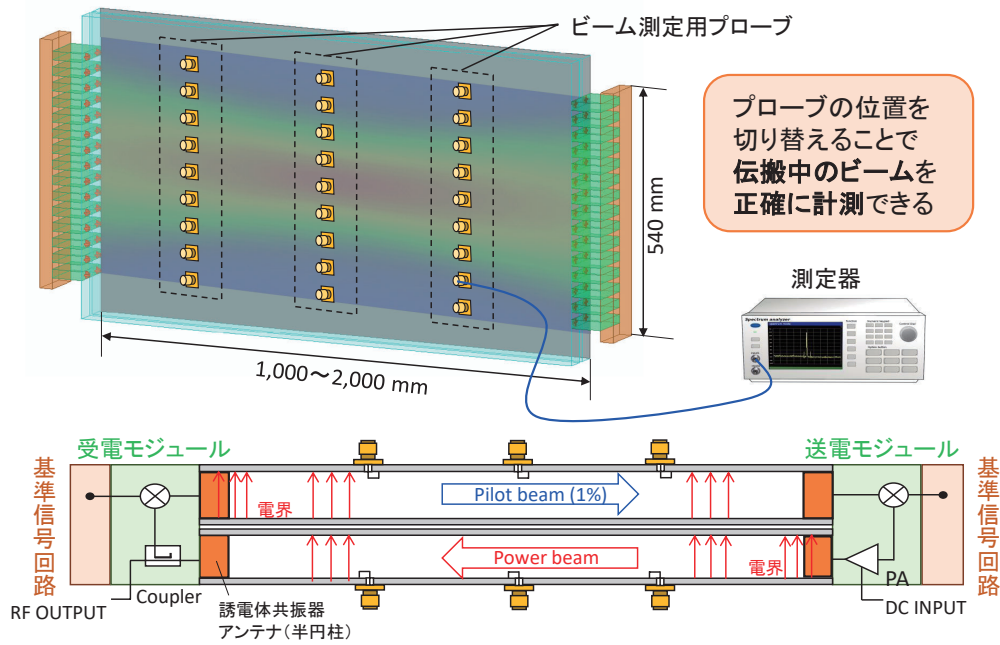
伝搬の繰り返しによりサイドローブレベルが小さくなる

レトロディレクティブ方式の比較

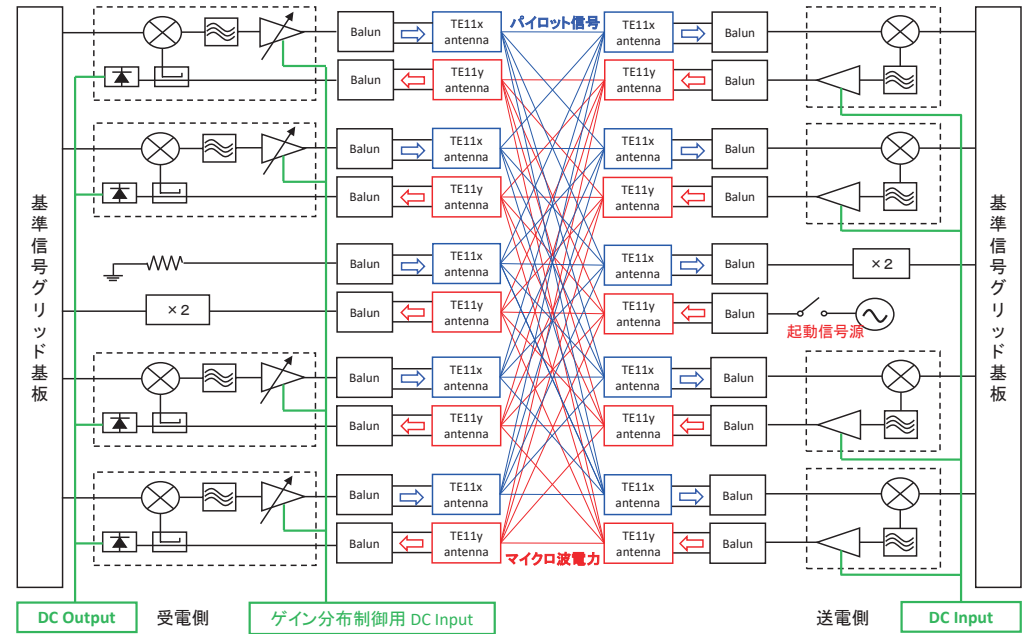
	JSS・JAXA・三菱電機 (2015地上実証試験)	提案手法
ターゲットシステム	宇宙太陽発電システム	洋上マイクロ波伝送システム
レトロディレクティブ方式	ソフトウェア方式(片側) (到来方向推定+フェーズドアレー制御)	ハードウェア方式(両側) (位相共役回路によるビームフォーミング)
パイロット信号	2.45GHz 拡散	5.8 GHz ビーム(垂直偏波)
マイクロ波電力	5.8 GHz ビーム	5.8 GHz ビーム(水平偏波)
アンテナ素子	円偏波パッチアンテナ	直交2重モード誘電体アンテナ
特長	アクティブフェーズドアレーにより 任意のビーム形成が可能	低漏洩状態にビームが自己収束 (水平伝搬でも有効)

システムの機能制限によって高速応答・低コスト化が可能になる

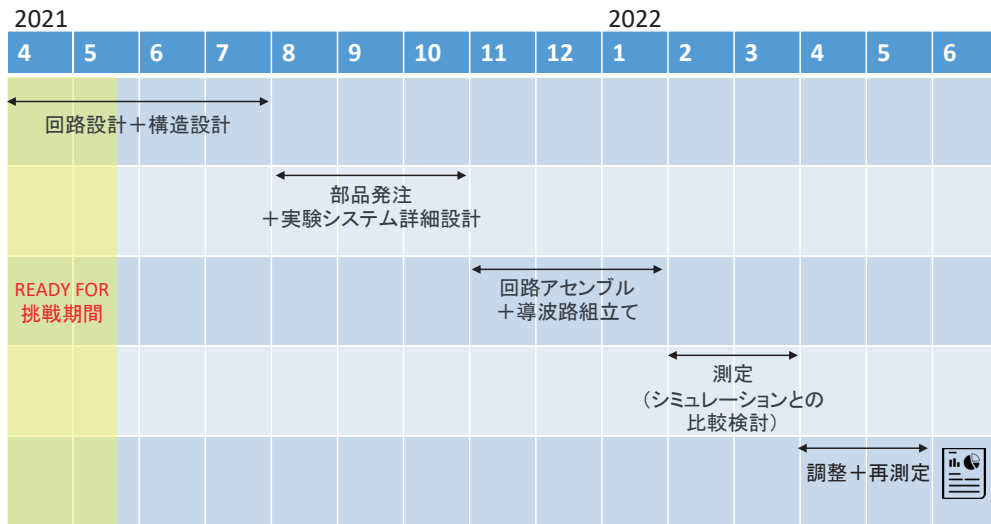
原理実証試験装置の概要



両側レトロディレクティブのブロック線図



研究開発スケジュール



目標金額 第1目標200万円、第2目標400万円、第3目標650万円

- ①高周波部品購入費用、②外注試作アSEMBル費用、③測定用治工具の外注試作費用
 ④電磁界設計ツール購入費用、⑤回路解析ツール購入費用