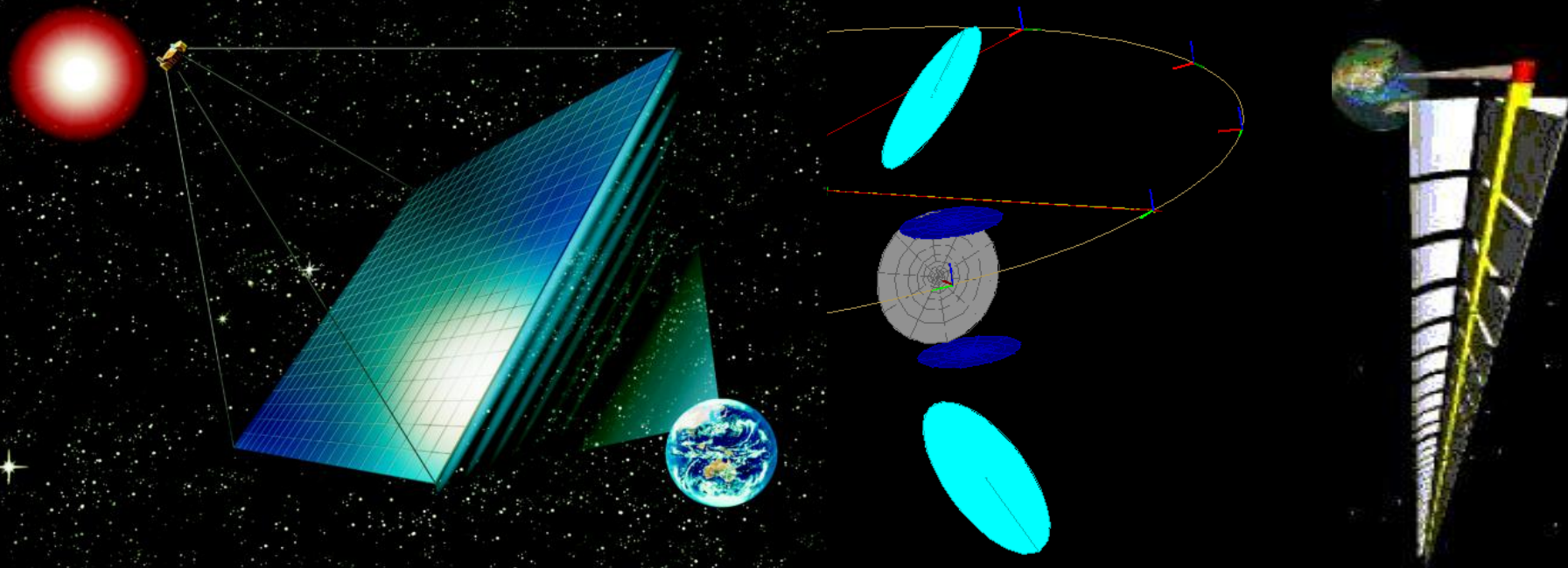


持続可能社会を目指した宇宙エネルギー利用の研究

- ・宇宙エネルギー利用(Solar Power Satellite)研究開発の現状と今後の展望
- ・京大における取り組みに対する期待



2010年6月

持続可能な社会の実現に向けて

基本的な考え方

持続的な人類社会実現の最大の課題は地球環境問題とエネルギー問題。
問題解決に対する宇宙開発・宇宙科学分野からの貢献は、宇宙からの環境監視(⇒**診断**)と宇宙エネルギー利用(宇宙からのエネルギー供給; SPS Solar Power Satellite)の実現(⇒**治療**)。
宇宙エネルギー利用の実現には広範な分野で基礎的な科学技術研究が必要な段階

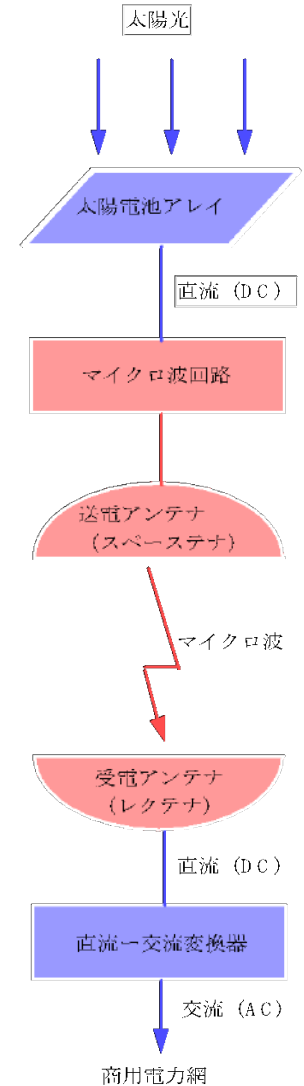
原理的な可能性

宇宙太陽光の利用は、地上の太陽光利用と比較して平均エネルギー密度が大きい(約10倍)、気象や昼夜の影響を受けず安定的、エネルギー獲得の場としての制約がほとんどない、送電サービス地域の切り替えが容易、という点から、地上太陽光利用と比較して優れている可能性がある。

技術的な可能性と有用性

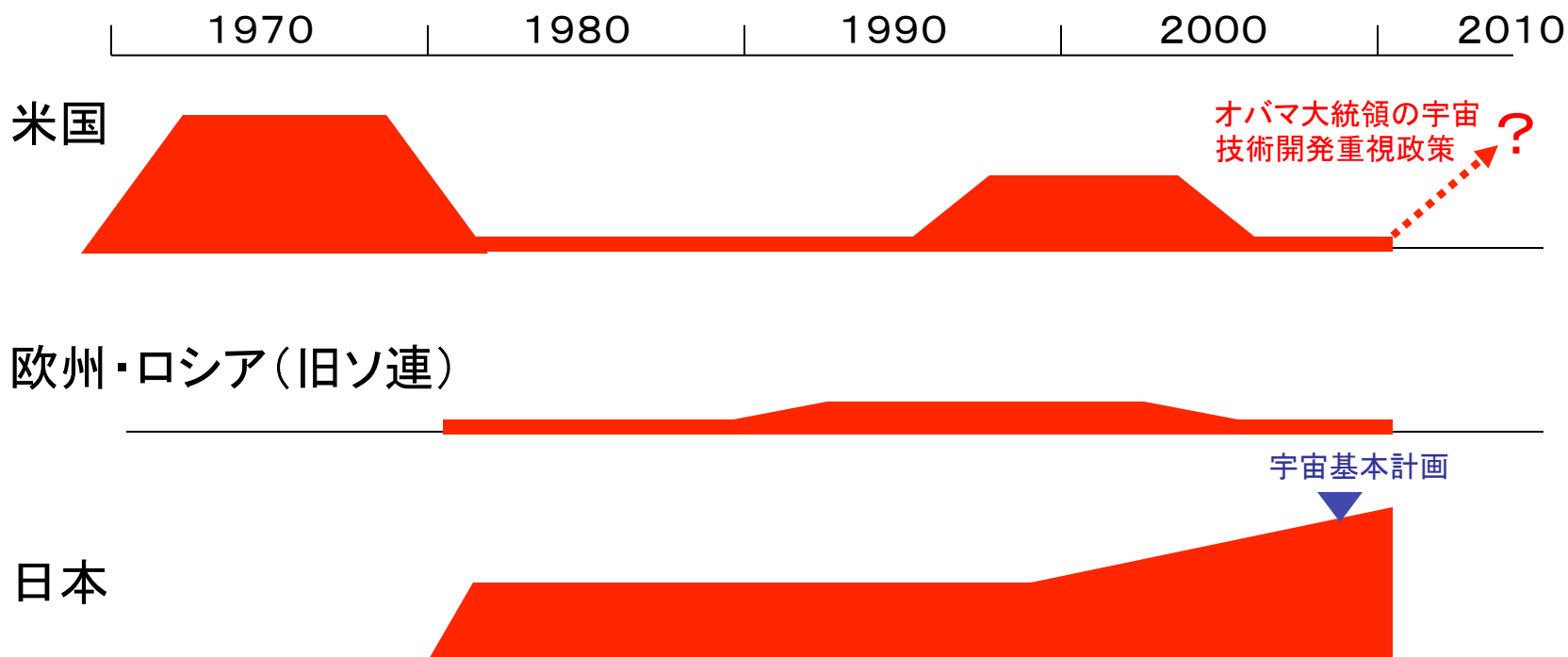
発案以来40年。未だ原理的な可能性が認められているだけで、技術的な可能性と有用性が不明確。ただし、これまでの研究で以下を実現しうる可能性が示されている。

- ・EPT(Energy Payback Time): 数年以下(東大グループの検討結果)
- ・コスト: 10~30円/kwh(NASA,NASDA,USEF等の検討結果)
- ・CO₂負荷: 化石燃料火力発電の数十分の一以下(慶大グループの検討結果)
- ・取得可能エネルギー: 実質的に無制約



SPSの概念

SPS研究の現状



現在は日本が世界の研究をリード。

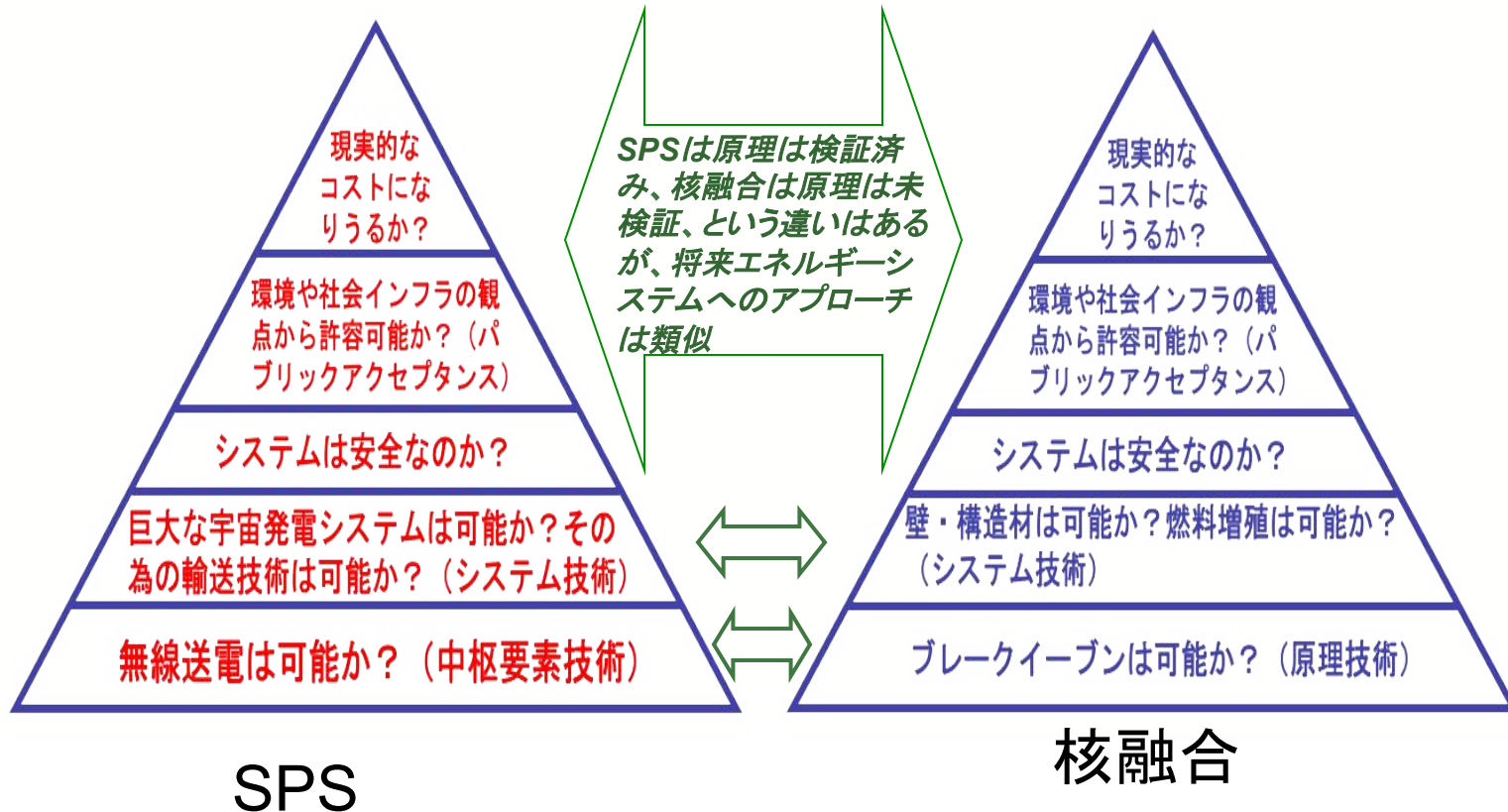
但し研究の裾野は非常に小さい(JAXA、USEF、京大他10大学程度、数研究機関、企業数社)。

学会も研究会レベル(SPS研究会、会員数130名程度)。

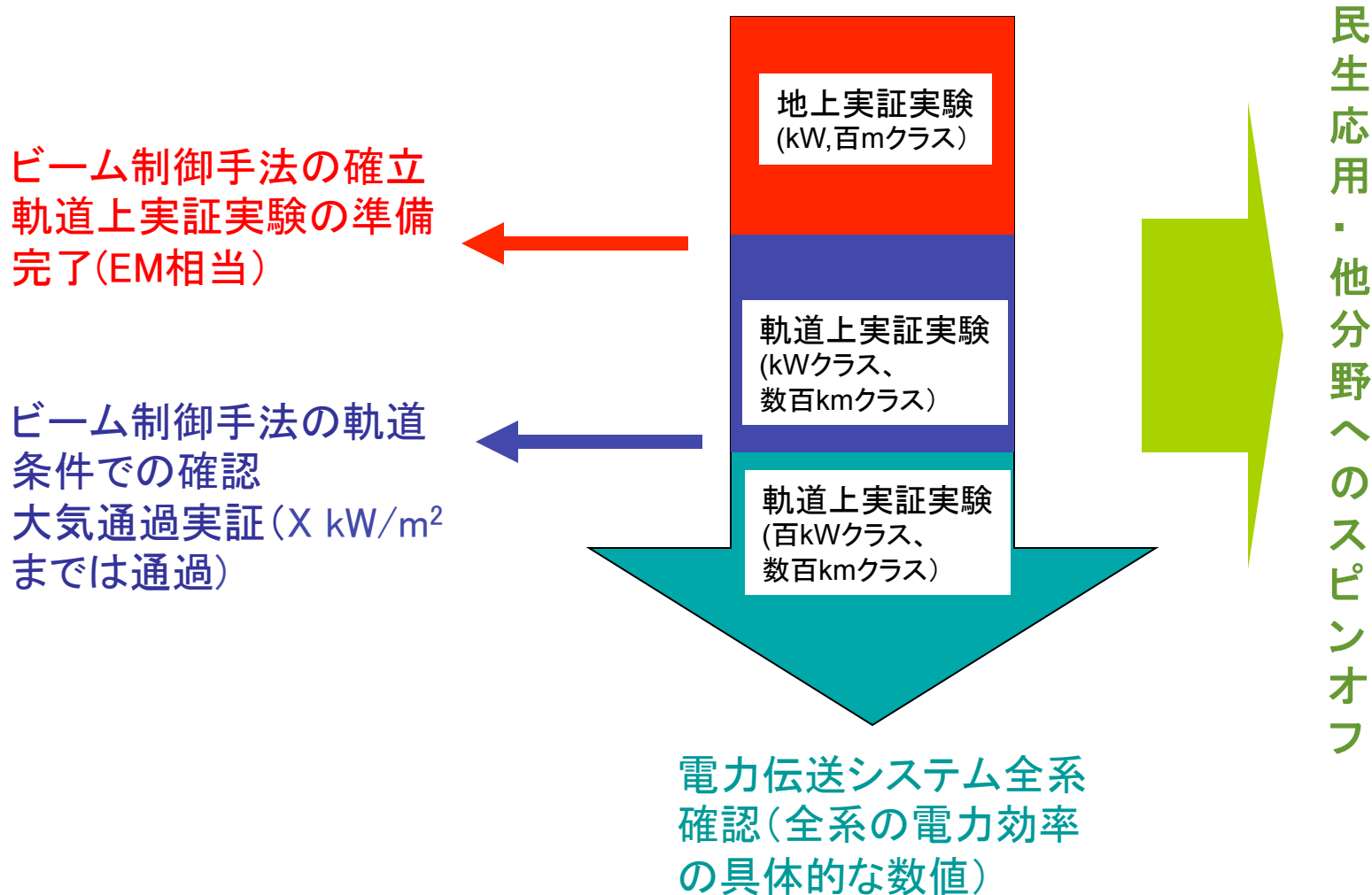
一般の認知度は30%程度(JAXA調査、平成21年度)、エネルギーの専門家の評価は必ずしも高くない(科学技術政策研究所調査、平成17年)。

何をすべきで、何から始めるべきか

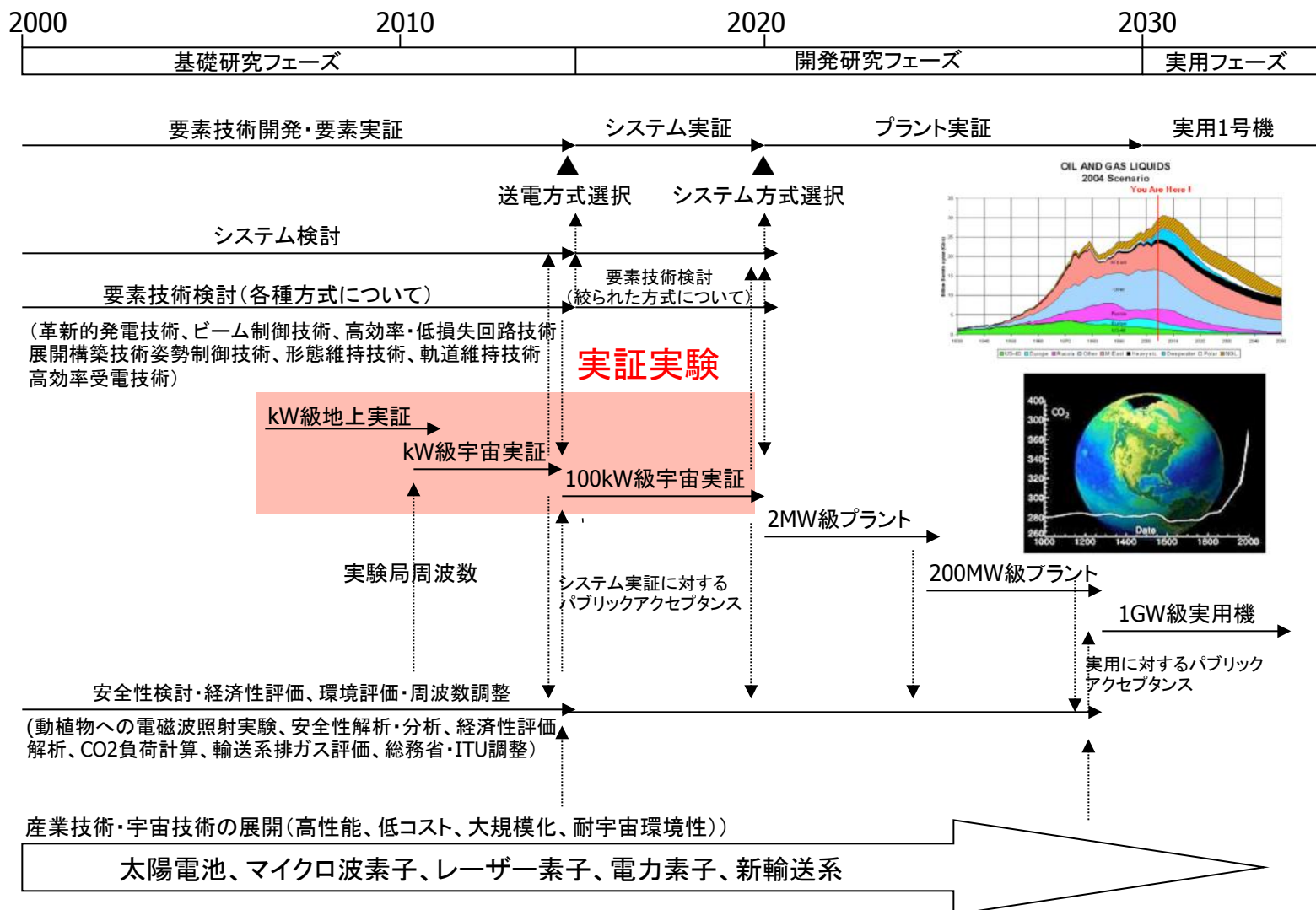
- ・中核技術である無線送電は、必要な送電効率を技術的に達成可能か？（現段階では、コスト以前の技術的成立性の問題）
- ・大電力発電（1GWレベル）、大型構造物（kmスケール）、大量輸送（1万トンレベル）のコストは実用電力コストを達成できるまで下げられるか？（現段階では、非現実的なレベルのコストをかければ技術的には可能だが、電力コストは地上の電力システムと比肩できるレベルまで達成する必要がある）



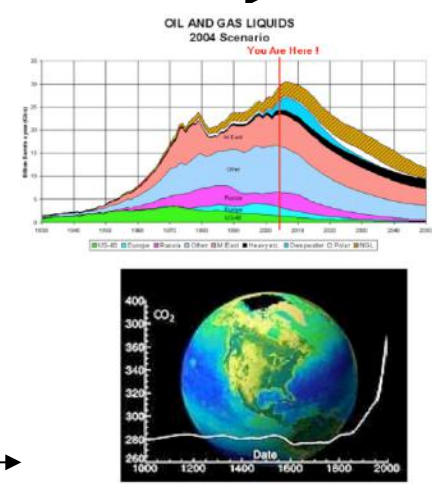
無線送電は可能か？(中枢要素技術の実証)



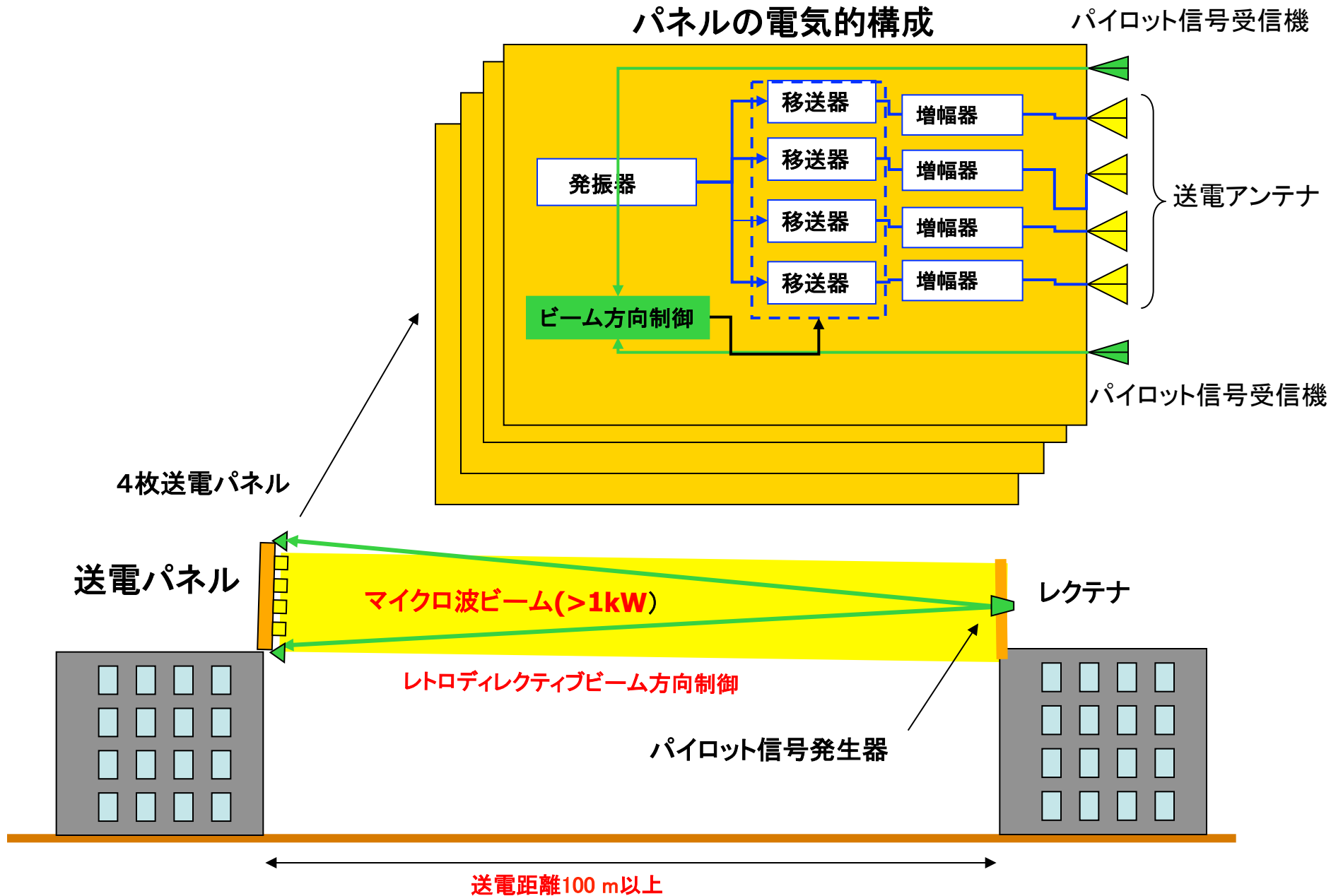
SSPS実現に至るまでの開発戦略



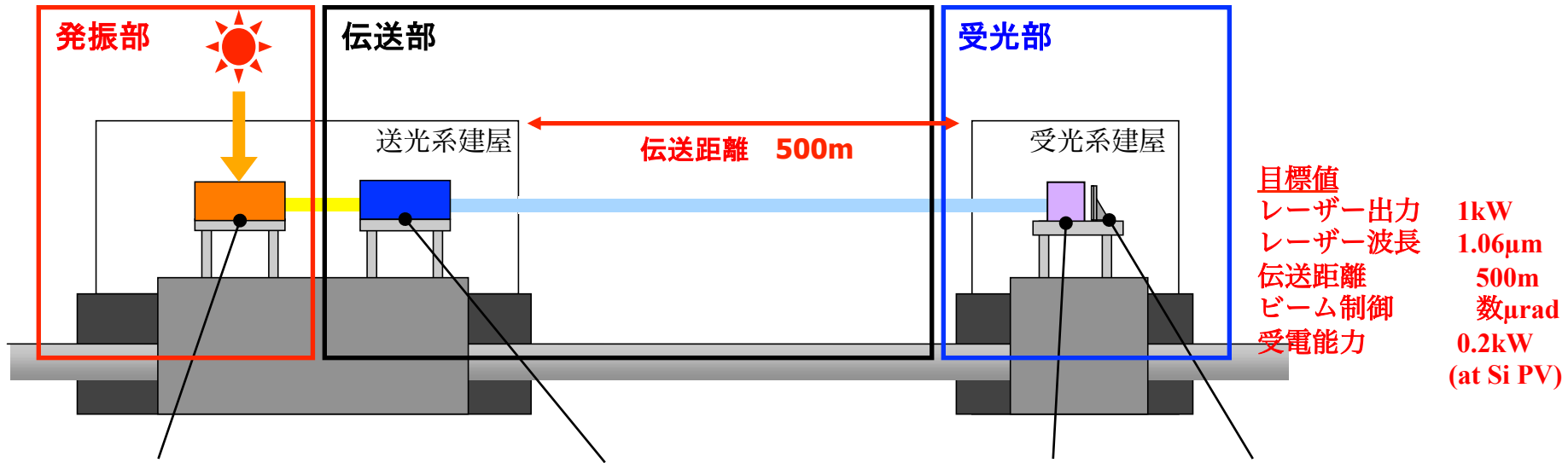
SPS研究者が自ら手を下して行わないければ進展しない事項



マイクロ波地上電力伝送実験(1kWクラス)



レーザー地上電力伝送実験(1kWクラス)

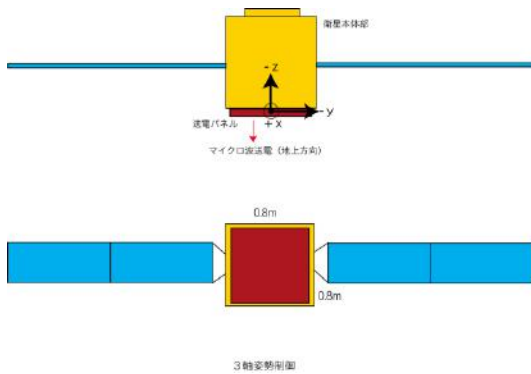


太陽光励起固体レーザーレーザー伝送光学系 (ビーム制御、ビーム波面補償 $\&c$)ム均質化機構 光電変換素子

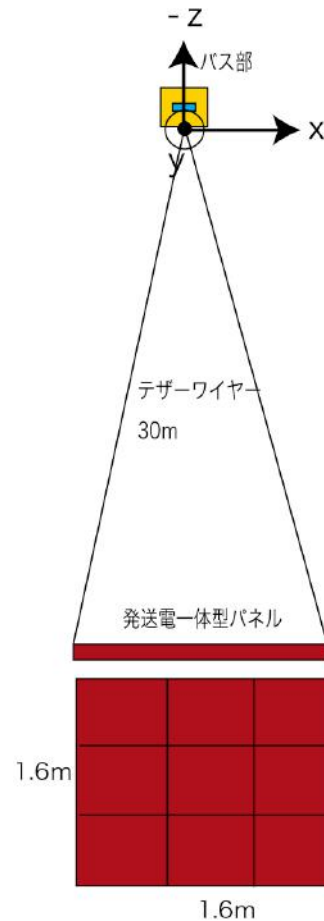


200W クラスレーザー送電実験(角田/JAXA)

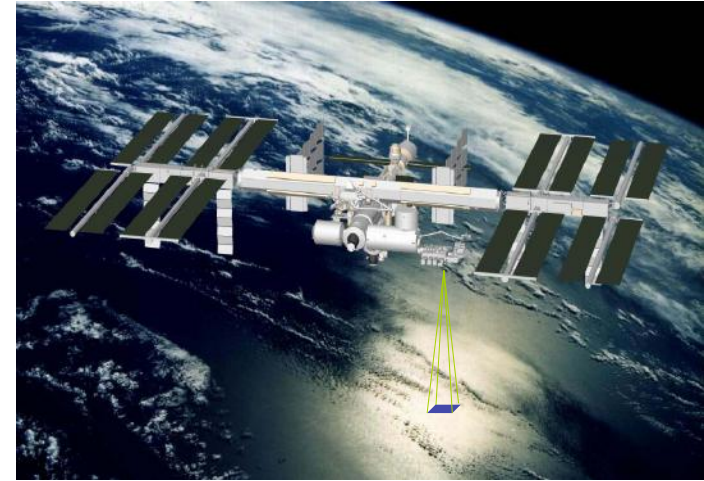
KW級小型実証実験の構想案(概念の提案レベルなので でコンフィギュレーションは大きく変わる可能性あり)



小型衛星Option A (950 W送電システム、ミッション重量 65 kg)

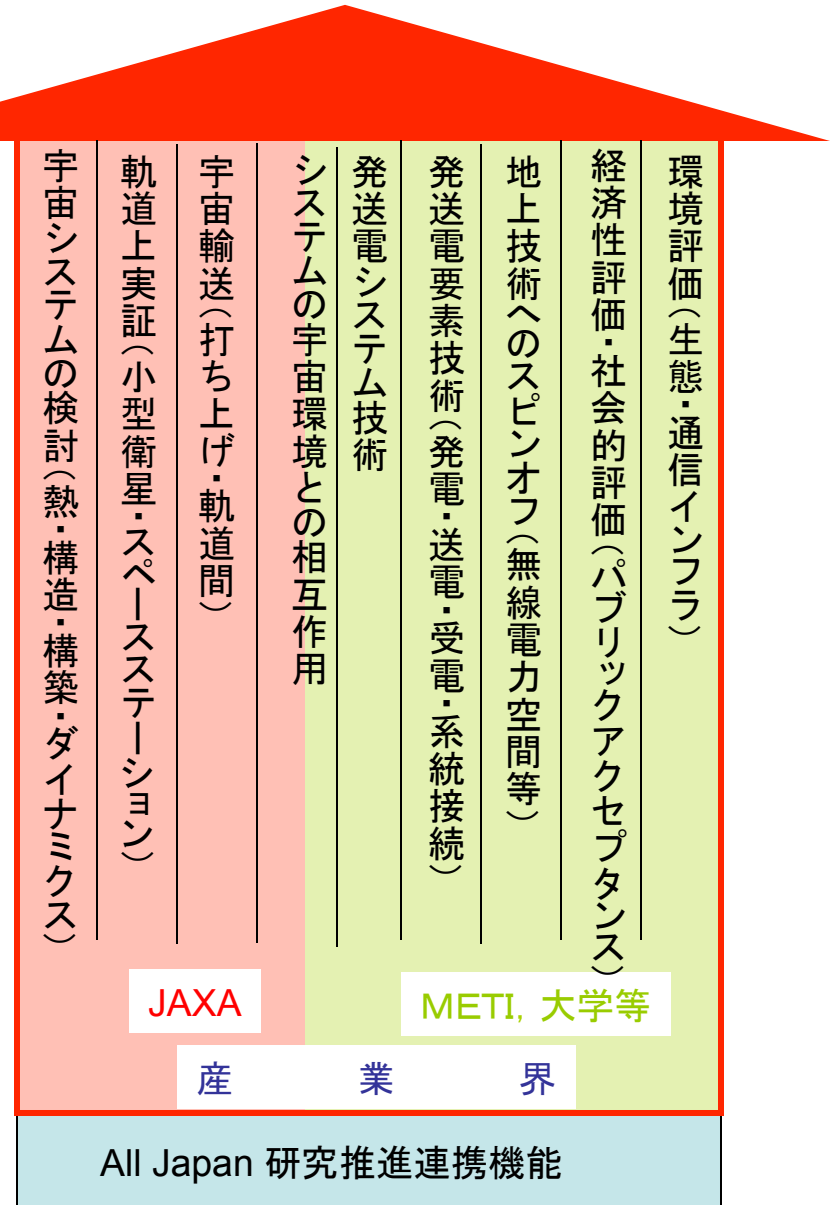
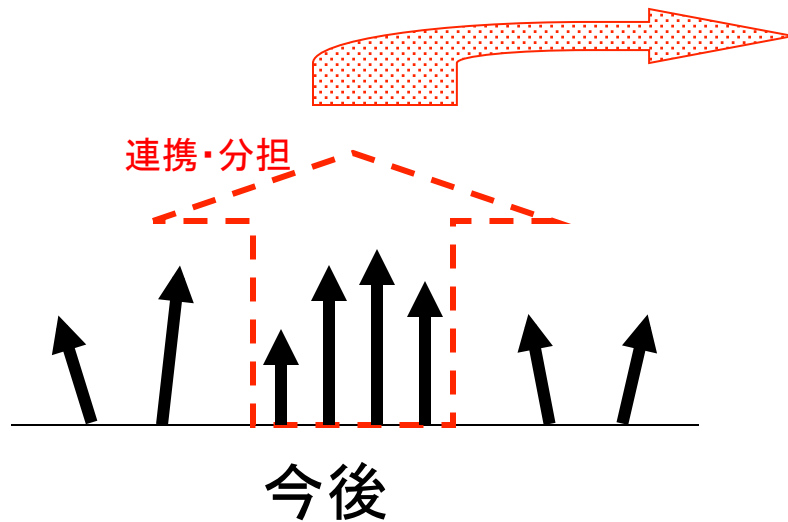
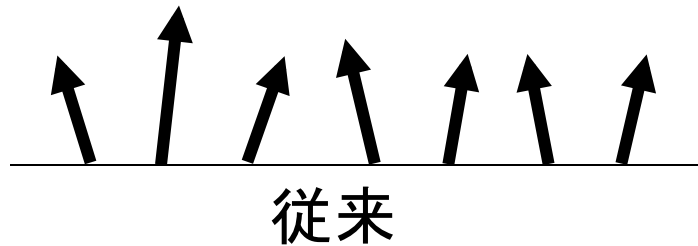


**小型衛星Option B
(3800W送電システム、ミ
ッション重量 200 kg)**



**宇宙ステーションJEM を利用した
送電システム (8500W、ミ
ッション重
量500kg)**

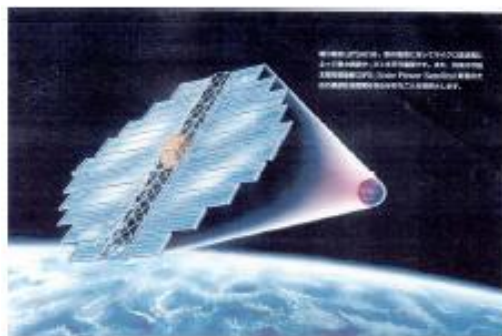
我が国での研究開発の進め方



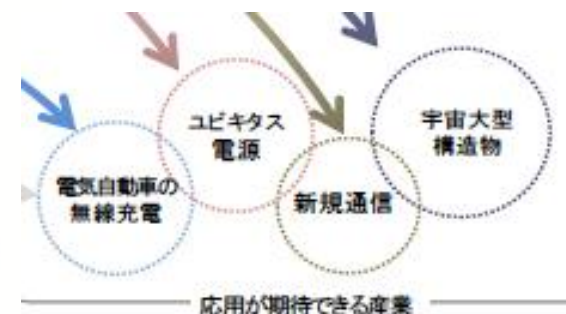
京大における取り組みに対する期待



(例) 水平型近傍界測定システム12.2m×6.7m



イメージ図



研究ユニットの取り組みに対する期待

「宇宙生存圏に向けた宇宙ミッションデザイン工学に関する研究
(工学分野)」

- ・マイクロ波送電要素・システム技術研究
- ・大型構造要素・システム技術研究
- ・宇宙環境との相互作用研究

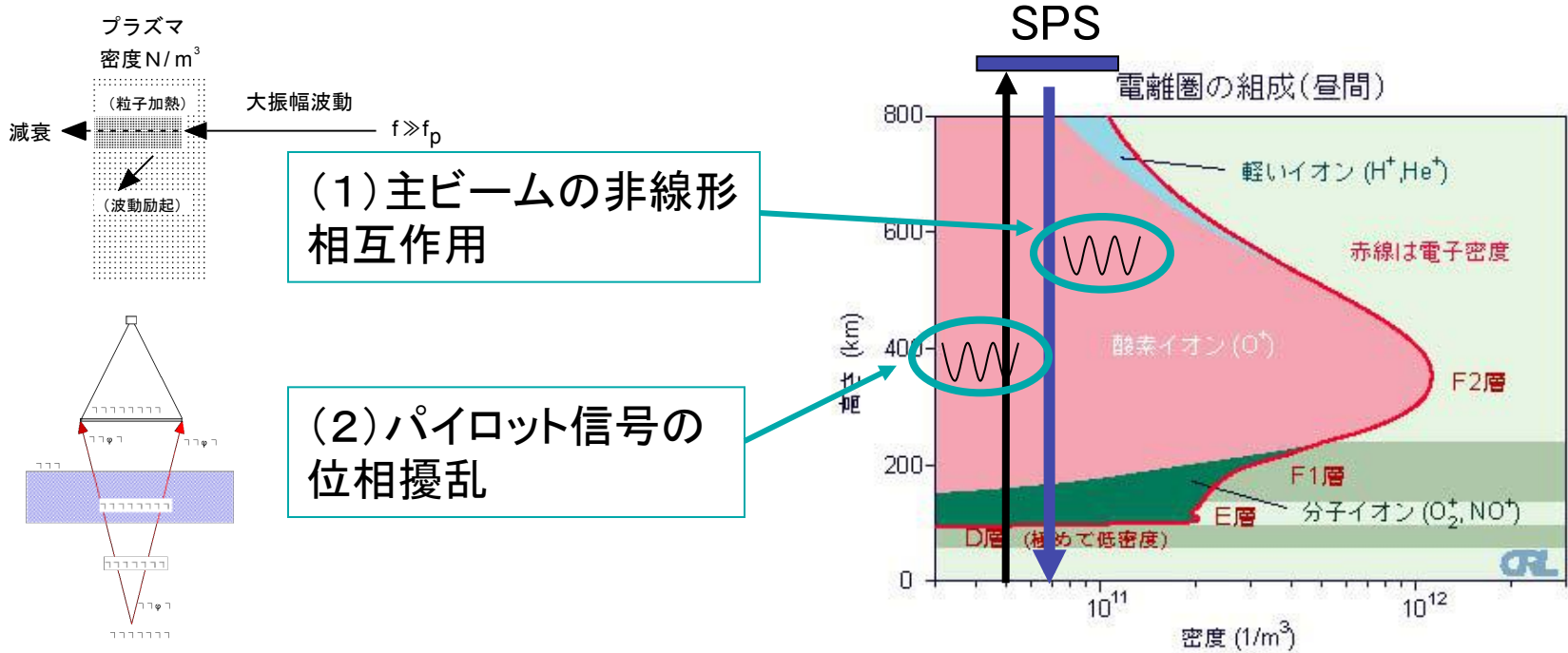


「”自在な発想”に基づく”先鋭的な”ミッションの創出」

新たなコンセプトを付加したSPS実証実験ミッションの検討
(ex)

- ・理・工学者がともに最先端の成果が得られるような宇宙
研・京大らしいミッション(波動粒子相互作用の研究など)
- ・月・惑星探査にも直接生かせるようなエネルギーミッション
- ・フォーメーションフライトに適した”情報とエネルギーを統
合”した情報・電力リンクのような新技術ミッション

マイクロ波の電離層通過実証とは？



影響	メカニズム	評価
屈折効果	プラズマ(全電子数)による屈折⇒	パイロット信号による誘導を考慮すれば影響は問題とならない。
ファラデー回転	磁場による回転	伝送効率への影響は小さい
シンチレーション	プラズマ密度不規則構造による位相経路長の変動⇒	比較的激しいシンチレーションの場合 $N_r' = 5 \times 10^{16}$ electrons/ m^2 $\Delta P = 0.34m$ (波長0.12mの2.78倍)(2.45GHz) $\Delta P = 0.06m$ (波長0.052mの1.16倍)(5.8GHz) パイロット信号、送電ビームともに無視できない可能性がある。⇒
非線形作用	熱的自己収縮現象 マイクロ波密度勾配自己収縮現象 3波共鳴現象⇒	熱的自己収縮現象: 数百 W/m^2 ~数十 kW/m^2 まで議論あり マイクロ波密度勾配自己収縮現象: 影響少ないと予想されている 3波共鳴現象: 影響少ないと予想されている