

SPS におけるパイロット信号の高精度到来方向推定の評価

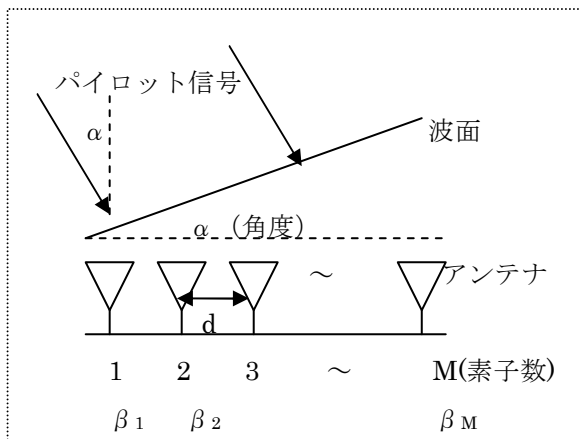
迫田和之

東京工業大学大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻

クリーンエネルギー発電の一つに「Solar Power Satellite(SPS) = 宇宙太陽光発電」という計画がある。これは衛星に太陽光発電を取り付けて宇宙で発電し電力を地球に送るという計画である。宇宙で太陽光発電を行うメリットとして、発電量が気象によらない、夜間でも発電できるという点で CO₂ を排出しない再生可能エネルギーの中でも安定した電力供給ができることなどが挙げられる。今回私が取り組もうとしている研究対象はこの計画に必要な技術で人工衛星が受信する電波の到来方向を推定する問題である。

衛星上で発電した電力を地球に送るためにマイクロ波を使った無線電力伝送という技術を用いる。これは電力をマイクロ波に変換し、等間隔に設置した複数のアンテナから位相を揃えてビーム状に発射することで地球の受信アンテナに送る技術である。受信されたマイクロ波は電力に再変換され既存の電力網に流して各家庭に送電する。

ここで扱うマイクロ波は電子レンジと近い周波数を持つものを使用する。但し送信の際これをビーム状とするため中心のエネルギー密度は高いものになり人体に影響を与える可能性がある。人体にマイクロ波を当てない為、また電力の損失を少なくする為にも受信アンテナに向けて正確にマイクロ波を送らなくてはならない。衛星の位置は時間と共に変動しそれに伴いマイクロ波の発射方向も常に変動する。従って衛星はマイクロ波の発射方向を決めることができない。衛星に発射方向を知らせるために、地上のアンテナからパイロット信号（平面波）を衛星に向けて送る。衛星はその信号の到来方向を推定し発射するべき方向を得る。これが今回の研究対象である。衛星は 36000km 上空にあり、到来方向推定の少しの誤差が地球上ではかなりの誤差になってしまう。そのため高精度な到来方向の推定が必要になる。



具体的な設定は図に示した通りである。衛星上に複数のアンテナを用意し、各アンテナで受信されたパイロット信号から到来方向 α を推定する。アンテナ間距離を d としているので隣り合う素子間の位置関係に起因する相対位相差は $d \sin \alpha$ となる。また各アンテナ素子にある独立な回路位相差 β_m が存在する。実際アンテナ毎で受信される信号は $d \sin \alpha$ 、 β_m 及びノイズに依存するが、それらから到来方向 α を推定しなければならない。また、既存の方法を用いるとアンテナ数 N が大きくなると計算量も飛躍的に大きくなる。ここでは α と β_m を高精度に推定できかつ計算量削減できる方法をいくつか提案し、比較、評価する。