

持続可能な農業と再生可能エネルギー生産の両立

公益財団法人かずさ DNA 研究所
産官学連携センター長
京都大学エネルギー理工学研究所
特任教授
柴田 大輔

目指すべき社会の姿

国連は、2015年にSDGs (Sustainable Developmental Goals) 「持続可能な開発のための2030アジェンダ」: 17の持続可能な開発目標を定めました。本講演会の主催者である「地球環境・食糧・資源のための植物バイオ第160委員会」の目的は「21世紀には、化石資源に全面的に依存した20世紀の文明を大きく方向転換し、持続可能な社会を構築しなければならない。その基本は、太陽エネルギーを利用し、」であり、SDGsの多くの開発目標に合致する。

SDGs制定の背景には、OECD (経済協力開発機構) が2009年に発表した「バイオエコノミー: 2030年に向けた政策提言書」が重要な役割を担っていると思います。このバイオエコノミー提言書では、化石燃料の代替が進むことにより、将来の産業全般において、「バイオ」の占める割合が大きくなる、と予想しています。2015年には、気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)にてパリ協定が採択され、化石資源の燃焼によって発生する二酸化炭素削減についての国際的な取り組みが進められることになりました。当然、再生可能エネルギーを利用することは省エネとともに主要な課題となります。OECDの提言以来、世

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



界の各国はバイオエコノミー政策を策定してきた。しかし、残念ながら、先進国の中では日本だけがバイオエコノミー政策を策定していない。つまり、人類が向かうべき方向性に鈍感であり、同時に、新しい産業の創出が起ころうとしていることに対しても意識が低い、と言われても仕方がない。河野太郎外務大臣が、2018年1月14日に「国際再生可能エネルギー機関（IRENA）の総会」に出席し、再生可能エネルギー導入に向けた日本の取り組みは国際水準にも達していないとして「嘆かわしい」と批判した。（産経ニュース）」と政府内部からも日本批判が出ている。いわんや、「再生可能エネルギーの導入が進むと電気代が高くなるので困る」などというマスコミの論調は、「井の中の蛙、大海を知らず」であり、自分の周りさえ良ければ、世界のことなど、まして、子孫への負荷など知ったことか、と言わんばかりである。河野氏の気持ちはよくわかります。つまり、国民的コンセンサスが欠如しており、アカデミアが強く発言し、発信すべき時期に来ていると思います。

国内の課題

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、福島原発がメルトダウンし、その影響で国内の54基の原発は全て稼働停止となり、その穴埋めとして、大量の化石燃料が投入されています。総電気量1兆kw時の85%程度が石炭、石油、天然ガスの燃焼によって作られている。一方、水力発電7.5%を除く、再生可能エネルギーの導入率は6%程度であり、ドイツ36%、デンマーク43%などと比べるとお粗末です。最近、再生可能エネルギーを将来の主要電源にするとの方針が政府から出されているが、具体的政策への展開が遅いとの印象があります。河野外相の気持ちもよくわかります。パリ協定における国際公約のことを考えると、再生可能エネルギーの導入は、他人事ではなく、全産業に関わるものであり、バイオ分野、農業分野も例外ではありません。

農業も困難な課題を多く抱えています。大規模農地(>20ha)を有する農家や大きな温室での付加価値の高い作物を生産している農家を除けば、大半の農家は平均して2ha弱の農地しか所有せず、収益性は低く、かつ、高齢化が進んでいます。食糧生産は安全保障上の重要な課題であり、深刻な問題となってきました。

経済合理性だけで議論するのではなく、農業の多面的効果から農業維持を考える必要があります。日本は、国土面積3,800万haの70%近くが森林であるが、農地面積(450万ha)は居住地+産業用土地などと同程度であり、農業は環境保全、文化の面で大きな影響を与えておる。つまり、農業は他の産業とは異なる社会的な価値がある。後で述べるように、農村は地方コミュニティーの必要、かつ、重要な要素である。

本講演では、SDGs、パリ協定、バイオエコノミーを視野に入れて、農業生産と再生可能エネルギー生産を両立させる、との視点で、社会実装に向けた活動を紹介します。その前に、農業でエネルギーはどのように位置付けられているのかを紹介します。

エネルギーの視点でみた農業

農業生産は、光合成量に依存しているので、再生可能エネルギー変換産業とも言えます。ただし、最終的に農作物として蓄積されているエネルギーは少ない。植物の光合成におけるエネルギー変換は、28%程度であり、既存の太陽電池と比べて非常に高い効率を示している。しかし、その固定したエネルギーを「使って」、成長し、農産物となるので、最終的に固定されるエネルギーは野外の畑などでは最大で1%程度、実際の植生では0.1%程度

(<http://www.photosynthesis.jp/faq/faq1-15.html>) しかない。さらに、農産物を広い畑から回収するには、かなりのエネルギーを必要とします。そもそも、広い畑や水田を耕すにも多くのエネルギーを必要とします。肥料もしかり。このようなエネルギーは化石燃料に依存していますので、農業は、他の産業と同様に、「二酸化炭素を排出する産業」です。農業をクリーンなグリーン産業と誤解しないことが必要です。

農地のエネルギー生産ポテンシャルは高い

光合成エネルギー固定の観点からは、農産物生産のポテンシャルは低いのですが、同じ農地で太陽光発電を行うと、低く見積もっても太陽エネルギー変換効率15%程度の再生可能エネルギーを生み出すことが可能です。しかも、電線でエネルギーを転送できるので、その転送によるエネルギー損失を考慮しても、社会的な価値は農産物に比べてはるかに高いこととなります。

日本の450万haの農地に、メガソーラを敷き詰めると、日本全体が使っている全エネルギーを相当に上回るエネルギーを獲得することができます。もちろん、太陽光が当たっている時間しかエネルギー生産できないので、安定的なエネルギー源にはならないので、現実的な選択肢ではありませんが、農地のポテンシャルが高いことがわかります。

つまり、経済合理性の観点では収益性が低いを守るべき多面的価値がある農業と太陽光発電による農地を利用した経済性の高い再生可能エネルギー生産を両立させる、あるいは、バランスをとることができれば、農業の収益性の改善と国際公約である再生可能エネルギー導入に貢献できる。

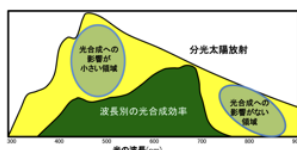
未利用の再生可能エネルギーはどこにあるのか？

農業を再生可能エネルギー生産の場として見れば、次のような未利用部分がある：

農地での再生可能エネルギー生産

● 太陽光発電

- ✓ 作物が利用しない光波長エネルギーを利用



光透過性のある有機太陽電池を温室、水田、畑地に設置し、波長選択的に電気エネルギーを取り出す
課題：有機太陽電池の低コスト化、電池の長寿命化、普及

- ✓ 遮光による作物への影響を抑えて発電する(ソーラーシェアリング)



水田、畑地の上空に太陽電池を設置し、発電する
課題：科学的な検証が不十分
台風対策などが未検討

- ✓ 栽培していない時期、空間を利用



- ・ 農作業が行われていない時期に、水田、畑地の上空に太陽電池を設置し発電する
課題：大規模化が可能だが、時期が限定される
- ・ 法面など未利用の空間を利用して発電する
課題：まとまった土地面積の確保ではない

● その他

農産廃棄物によるバイオマス発電、農業用水による小水力発電、農地周辺での風力発電など

グリーンエネルギーファーム GEF：社会実装に向けた取り組み

京都大学農学研究科附属農場が 2016 年 4 月に大阪府高槻市から京都府木津川市に移転したことに伴い、新農場では、化石燃料エネルギーに依存した農業生産体系を再生可能エネルギー利用型に変えるために、「自然エネルギー利用型農業モデルの構築」（グリーンエネルギーファーム GEF 構想）を掲げている。環境省「光透過型有機薄膜太陽電池を用いた施設園芸における CO2 排出削減技術の開発 2015 年度～2017 年度」（代表：京都大学土井元章教授）の実証試験が新農場で実施された。

附属農場移転に前後して、京都大学の農学研究科、附属農場、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所、防災研究所、化学研究所、エネルギー研究科、経済学研究科の先生方との議論の中で GEF 構想を社会実装する機運が高まり、2017 年 3 月に京都大学農学研究科教授会は、コンサルタント会社 NTT データ経営研究所と協定を結



び、同年 10 月 25 日には、農業、電気、通信、自動車、銀行など多様な民間企業が参加したグリーンエネルギーファーム産学共創パートナーシップ

<http://www.keieiken.co.jp/gef/> を立ち上げた。現在、京都大学以外の大学とも連携し、アカデミアと企業で様々な共同事業が始まりつつある。

地方創生との関係

都市部への人口集中と反比例して地方での産業創世が難しくなっています。地方では、農業だけで経済的に自立することが難しく、地方創生が進まないことの大きな原因であると考えられます。一方、農業生産をしながら再生可能エネルギー生産が可能になれば、農業で使うエネルギーを賄うだけでなく、新たな産業創出にも使うことができます。つまり、食べるものとエネルギーが手に入ると「地域分散型コミュニティ」を成立させることが可能になり、都市部から農村部に移住したい人々の受け皿にもなります。SDGs 11:「住み続けられるまちづくり」の実現でもあります。

新たに手にする再生可能エネルギーをどのように使うのかは、地域分散型コミュニティのこれからの重要な課題です。様々な技術が結集することにより、新しい産業となることが期待されます。左図は



<http://www.keieiken.co.jp/gef/> より。

謝辞

GEF 構想に関わった京都大学及び他大学の先生方、京大 URA の方々に感謝申し上げます。GEFP の立ち上げと運営にあたっては、(株) NTT データ経営研究所 ライフ・バリュー・クリエイションユニットの齊藤三希子マネージャーにご尽力いただいております。深く感謝申し上げます。GEF 構想のきっかけとなった「植物栽培が可能な波長選択的有機太陽電池の開発」は、科学技術振興機構 JST・先端的低炭素化技術開発「コンビナトリアルバイオケミストリーによる太陽電池有機素材開発」(代表者：柴田大輔)の成果の一部であり、関係者に感謝申し上げます。