

伊藤信孝

マエジヨ大学客員教授・再生可能エネルギー学部

最近のロシアのウクライナ侵攻。学術会議の軍事研究禁止など、戦争に絡む話題が多く第3次世界大戦の可能性なども時に話題になっている。本報では筆者がこれまで手がけた研究の回顧（レビュー）と絡めて軍事にも利用出来るのではと言う観点からあらためて考えてみたい。しかしあくまでも平和利用であり軍事への適用などは毛頭無いがヒントのいくらかは常に平和利用に有ることは言うに及ばない。

本シリーズでも幾度か取り上げたが、筆者は稲作の更なる基本的栽培システムは、

- 1) 植え付け作業における移植から直播への移行、
- 2) 収穫作業（刈り取り+脱穀）作業から籾すりまでを一貫して同時に終えるシステムの省力化、

であると考えている。ここでは移植に代わる直播栽培への移行に鑑み、直播機、或いは直播方式のいくらかを考えているうちに、より簡便で、省力、省エネ、短時間で作業遂行という観点から、如何なる播種方式が良いかを思考しているうちに考えついたものである。折しもその当時はロン・ヤス時代で米国のレーガン大統領と日本の中曽根総理との親密な時代であった。レーガン大統領が打ち出した戦略防衛構想(SDI, Strategic Defense Intelligence)の兵器の中にレールガンが含まれており、極超音速ミサイルの迎撃に必要と今は盛んに騒がれている。

稲の直播作業は移植と異なり、ある程度の大きさに育った苗を植え付けるのではなく、種籾を直接圃場にまき付ける方式で、単位面積当たりには扱う資材の絶対量 (Material handling) が種と苗では費やす労力の割合が圧倒的に異なる。このことから移植から直播への移行は必然と考えて来た。直播栽培の解決すべき問題は3つ有り、それらは1) 鳥害、2) 倒伏、3) 除草で、最も解決が困難な問題は除草であった。しかし化学除草剤の開発により、この問題も殆ど解決に近づいている。鳥害と倒伏の2問題は種籾を土中に播種する事で解決できるので如何なる土中深さに種子を播くかが問題となる。移植のように条播であれば、扱う資材の量は苗より種子の方が少ないから省力的であるが作業時間は短縮できない。この問題の解決には撒播 (Broadcasting) が良いが播種密度と播種深度が一定しない。土中に播種すると酸素不足で種子の発芽率が低く一定しない。そのための解決策がコーティング材による粉衣 (Coating) である。CaO₂ (過酸化石灰、カルシウム・パーオキサイド、商品名カルパー) で土中での酸素供給を行い発芽率を上げる。Fe₂O₃ (Ferrite, フェライト、微細鉄粉) で種子の重みを増し土中に貫入しやすくすると同時にフェライト・コーティングした種子を磁石でピックアップし播種量の制御と播種前後の種子のカウンティング、モニタリングする精密播種などの可能性もある。最近ではこのほかにモリブデンコーティングした方法も商品化されている。植え付け後の稲の生育管理作業の容易さ、植え付け密度の均一性などからみれば条播が良いが省エネ、短時間作業の点では撒播が圧倒的に採択される。最近ではドローンの出現で、ペイロードもかなりの物をつり上げる事が出来るし、自律飛行などの面でも利用しない理由はない。しかし土中に播種すると言うことで種籾が土中に侵入しなければ成らない。ドローンを用いず、さらに低コストで直播作業をするには圃場の外から種籾を25m程の距離を飛翔させることができる可搬型の播種機が挙げられる。なぜ25mなのかは圃場の大きさに起因する。一般に区画整備された圃場の形状は縦と横の比率が2:1で面積は1ha (50m x 100 = 0.5 ha) x 2と言うのが一般的であるから畦畔からその横の距離50mの半分をカバーすることができるためには25

m のカバーが必要となる。インペラ羽根を内蔵した撒播機では高速回転するインペラの衝撃により種子が破損する事も考えられる。そのことを考慮するとフェライト・コーティングした種子を電磁力で放出してはと考えたのである。そこで当時話題を集めたレールガン (Rail gun) を思いついた次第である。しかし厳密に考えてみると、メカニズムはレールガンではなく、正確にはコイルガン (Coil gn) であることがわかった。この場を借りて訂正する。

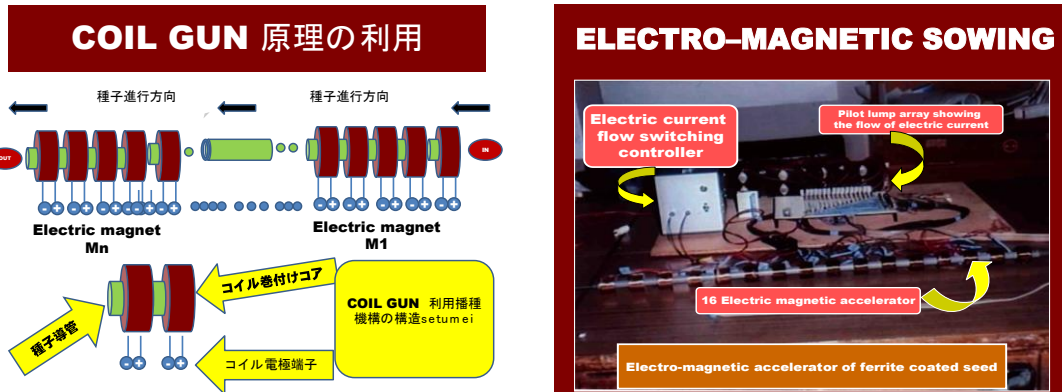


図 1 コイルガンによるフェライト・コーティング種子の播種メカニズム (左上) とそのための実験装置 (右上) を示す。

円環状のコア鉄心にコイルを巻き、電流を流すとそれは電磁石になり、フェライトコーティング種子を磁力で引きつけることができる。円環の真ん中を種子導管が貫き、磁石 (マグネット) の数は n 個である (この装置では 16 個)。磁石 1 から磁石 n まで徐々に電流を流す時間間隔を短くして、フェライトコーティング種子を加速し、最後の磁石から排出する。このとき種子は加速されているから種子導管を出て飛翔する。この距離を 25m カバーする必要がある。レールガンでも同様に砲弾を加速放出するには大電力を要するが、コイルガンでも同様多大の電流を必要とする。技術の開発革新は日進月歩で有り、コイルガンよりもドローンの方が早く商品化され農家に受容されるかに見える。鍵はコストと使いやすさにある。

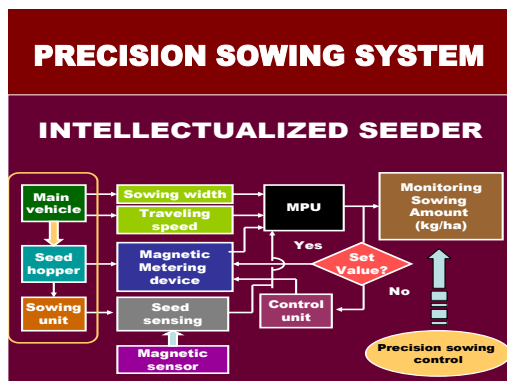


図 2 精密播種システム

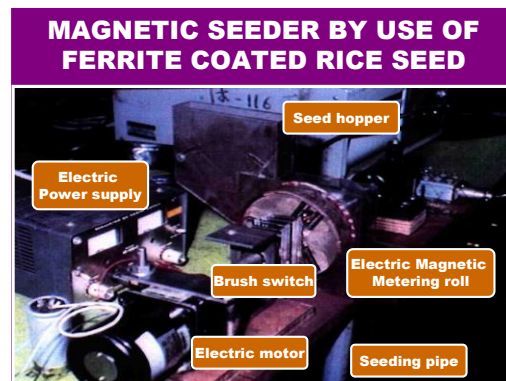


図 3 電磁石埋め込み型フェライト・コーティング種籾播種実験装置

図 2、図 3 はフェライトコーティング種子の精密播種システムとその実験装置をそれぞれ示す。多くのコーティングおよびそれを用いたコーティング種子の利用可能性は種子のカウンティング、播種した種子の確認、モニタリング、播種作業時の播種量の時々刻々のモニタリングによる運転者の不安軽減などがそれらの例である。また将来的にはいくつかの

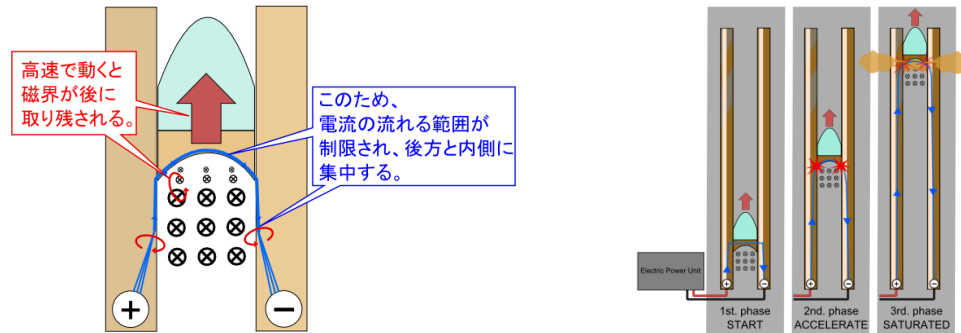
種類のコーティング剤のブレンドにより施肥、除草、殺虫などの作業を軽減、削減できるようになるかと想う。

なお、これまでレールガン方式と称してきた播種方式がコイルガン方式であることを明確にするために如何に参考文献、資料を示す。

参考資料 Wikipedia URL

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%83%B3>

レールガンの原理



レールガンの速度表皮効果	原理の説明
投射体が高速移動すると磁界変化が間に合わず、電流路が狭い範囲に押し込められる。	1. ローレンツ力を受けて投射体が加速される
	2. 狭くなり、やがてジュール熱によって「溶解」プラズマ化する
	3. 発生したプラズマが新たな電流の流れを作って投射体への加速が行なわれなくなる

単純には、並行に置かれた2本の電極をレールとし、その上に弾体となる金属辺を乗せ、レールのそれぞれを電源の両極につなげば実現する。

2本のレールの通電側が銃尾に相当する。

- 銃尾に近いところで、2つの電極両方と触れるように弾体を置く(いわゆる「弾の装填」に相当)ことで電気回路が形成される。
- 電流が流れている間、弾体は、レールの解放端(電流が流れていない側)へ向かう方向に駆動される。

この駆動力は磁場の中に置いた導体に電流を流した時に生じる力、あるいは通電中の導体同士に働く相互作用として**フレミング左手の法則**に基づくごくごく一般的なものである。

類似の投射方式[Wikipedia 編集部]

リニアモーター

主に、走査される磁場によって導体や磁性体、磁石を加速する装置を指す。レールガンが1巻きコイル1個であるのに対しリニアモーターは多数の**電磁石**を並べて構成される。

コイルガン

コイル(ソレノイド)内に弾を通過させる方法を利用したもの。構造上の問題からレールガンのような高速を得にくいという欠点と、非接触でロスが小さいという利点がある。

サーマルガン

電磁力ではなく電流のジュール熱にて弾体後方の導体をプラズマ化させ、その急激な体積増加により駆動するもの。すなわち瞬間的なプラズマ化に伴う爆発を利用する。比較的低入力の割に高い射出速度が得やすいものの、プラズマ膨張速度を超えた速度は得られない。