

Green ILC の為のバイオマス発電 —The International Linear Collider—

理研 ○藤縄 雅
UNISUN 長岡 由美

1. まえがき

現在、世界から技術と資金を集め、日本に International Linear Collider (ILC)¹⁾ を建設する計画が進行中である。ILC は長さ 30 km に及ぶ直線加速器で、素粒子である電子と陽電子を中間地点で衝突させてヒックス粒子を大量に発生させ、その性質等の未解明な現象を研究するものである。

本施設の中心技術は超伝導加速器空洞とクライストロンと呼ばれる高周波電源となる。

現時点では、岩手県の北上山系が候補地で、建設費は、8,500 億円程度でその半分以上を日本が負担し、残りは世界の参加国が負担する壮大な構想である。このような世界規模の計画というものは米国が中心の国際宇宙ステーションと仏カダラッシュの核融合施設(ITER 計画)が挙げられる。

ILCの消費電力は200 MW程度が計算されている。現在スイスでの欧州原子核研究機構(CERN)には円周27 km (山手線に匹敵)に及ぶ大型ハドロン衝突加速器(LHC)があるが、加速衝突が陽子で、且つ円形加速器は曲がる時にエネルギーを失うという問題がある。一方LHCの電源はスイスの水力とフランスの原子力で賄われており、地球温暖化防止のパリ協定に則したものとなっている。

ILC の運転時間を年 6,500 時間とし、東北電力の 2015 年度の CO₂ 排出量 0.559 kg/kWh-CO₂kg を用いると、ILC の年間排出量は 726,700 トンとなる。

ILC としても先端加速器科学技術推進協会: Advanced Accelerator Association Promoting Science & Technology (AAA)²⁾の中に Green ILC Working Group が設置され再生可能エネルギーの活用が検討されている。

誘致活動の技術的取り纏めと海外への発信は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と東大が担当している。さらには、超党派の国会議員 150 名によるリニアコライダー国際研究所建設推進議員連盟と AAA が誘致活動を展開中である。

AAA は平成 28 年 10 月現在、日本を代表する企業 107 社と 41 の日大や理研仁科加速器センター³⁾ 等による大学と研究機関が所属している。

Fig.1 に ILC の鳥瞰図を示す。

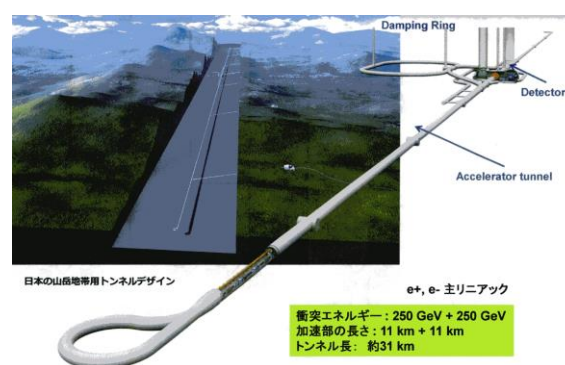


Fig.1 日本におけるILC鳥瞰図

The biomass power plant for Green ILC
— International Linear Collider —

Tadashi FUJINAWA and Yumi NAGAOKA

2. バイオマス発電

植物由来の燃料は、燃焼してもその植物が成長時に光合成で吸収したCO₂と相殺される為、燃焼時に発生するCO₂は排出量に加算されない。石炭等の化石燃料に比較して、パリ協定で極めて優遇されており、日本の再生エネルギー買い取り制度でも20～40円/kWh (燃料により異なる)と優遇されている。

そこで、著者らは、バイオマスとしては、比較的大きな単機容量50 MWのボイラータービン発電機(BTG)プラントを計画した。燃料はPalm Kernel Shell : ヤシ殻(PKS)を選定した。PKSとは、ヤシ油(Palm Oil)を製造した後に発生する産業廃棄物で、インドネシアとマレーシアが主なる産出国である。

Fig.2 にインドネシア産 PKS を示す。



Fig.1 Palm Kernel Shell

PKS の発熱量は 4,500 kcal/kg であり、石炭の 5,375 kcal/kg より少なく、同じバイオ燃料の木質ペレットの 3,700 kcal/kg より多い。

尚、PKS と木質系バイオ発電の全量固定買取価格(FIT)はそれぞれ kW/h あたり 24 円と 32 円である。

2-1 PKS 燃料の年間必要量

算出条件は次の通り

- 1) 発電端出力 5 万 kW :P
- 2) 年間運転時間 8,000.h
- 3) 発電端効率 42% : η
- 4) 1 kWh = 860 kcal
- 5) PKS 発熱量 4,500 kcal/kg

$$Q = 50,000 \text{ kW} \times 8,000 \text{ h} \times 860 \text{ kcal/kWh} \div (0.42 \times 4,500 \text{ kcal/kg}) = 182,011 \text{ トン}$$

約 20 万トンを一年間に輸入する事となる。

尚、年間運転時間は定期点検時間を 760 時間と予定したものである。

2-2 商業性の検討

年間発電端発電量は、400,000 MWh で、所内動力を除いた、売電電力量は 355,996 MWh となる。

燃料費は 15 円/kg の場合 30 億円となる。

売電電力に固定単価 24 円/kWh を掛けると、売上は 92 億円強となる。

発電所建設に必要なコストは、以下の通り

- 1) 用地取得 4 億円
- 2) BT 等機械設備 70 億円
- 3) 発電機・変圧器等の電気品 50 億円
- 4) 土木建築費 53 億円
- 5) コンサル設計費 3 億円
- 6) 合計 180 億円

年間の粗利益が 50 億円程度あるので 4 年でほぼ投資金額に匹敵する事となり採算性は良いと言える。

2-3 発電設備仕様

発電所の系統図を Fig.3 に示す。

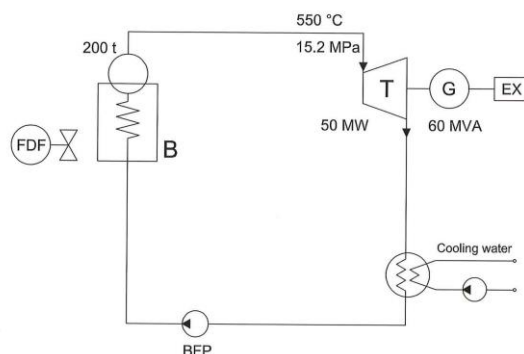


Fig.3 Flow diagram of 50 MW biomass plant

各仕様は次の通り

- 1) ボイラー：蒸気圧 15.2 MPA 蒸気温度 550℃ 蒸気流量 200 t/h
- 2) タービン：衝動式 高圧・低圧タービン 3000 rpm
- 3) 発電機：空冷ターボ発電機(2 極)60 MVA 13.8 kV ブラシレス励磁機
- 4) 変圧器 内鉄型 60 MVA 13.8/66 kV
- 5) 送油自冷方式
- 6) 変電所：遮断器 VCB 乾燥エアによる、空気と固体絶縁を組み合わせたコンパクトタイプ

Fig.4 に単線結線図を示す。

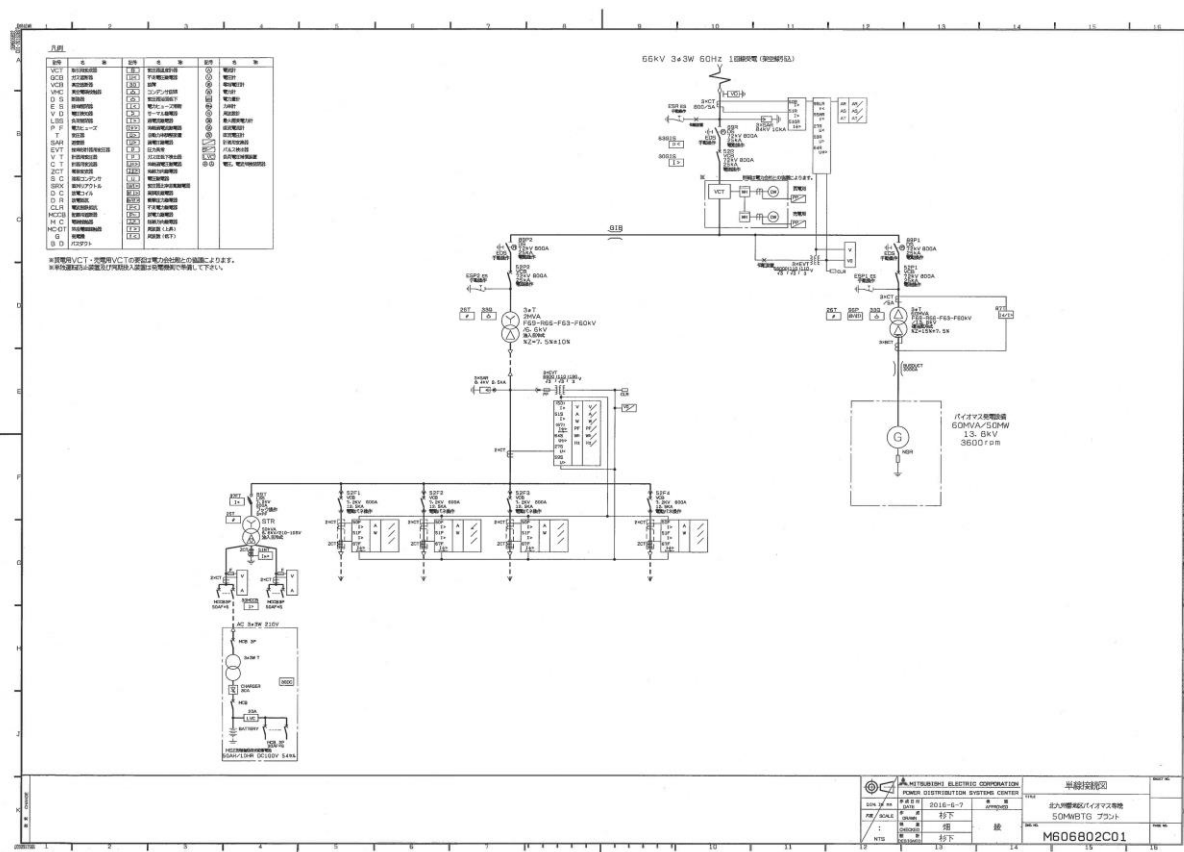


Fig.4 単線結線図

3. 燃料調達

本発電所は、構造的には一般的な火力発電所と何ら変わる所がない。

しいて言えば、石油や石炭に比較 PKS の熱量が少ない分、燃料の確保と運搬が重要となる。肝心の燃料調達であるが、インドネシアはヤシ油の世界生産量の 56% を占め、PKS の年間生産量は約 600 万トンで、日本の輸入量年 60 万トンもインドネシアからが 56% を超えておりさらに拡大の余地がある。

現地調査の結果より、バンカ島よりの購入が一番適しているとする。

事業化にあつたては、日本の大手商社の参入が不可欠である。

4. まとめ

Green ILC の一手法として、50 MW のバイオマス発電を提案した。このバイオマスは、太陽光や風力等の再生可能エネルギーに比較して安定電源⁴⁾である事が、強味となる。

本発電所が建設され順調に運転されれば、

同容量の 2 号機、3 号機が視野に入る事となり、一段と経済性信頼性が増す事となる。

建設資金であるが、30% を運営主体の自己資金残り 144 億円を金融機関からの借入れが良いと考えられる。当然のことながら、30% の 5 割を東北電力が資本提供し Green ILC 共同火力も望ましい姿の一形式である。

Fig.5 に全体配置図を示す。

「参考文献」

- 1) <http://aaa-sentan.org/ILC/about-ilc/outline/>
- 2) <https://aaa-sentan.org/>
- 3) <http://www.rarf.riken.go.jp/>
- 4) 藤縄 雅 理研仁科センター ILC の建設意義と省エネ 日本大学生産工学部第 47 回学術講演会 (2014-12-6) p.513-516.

