

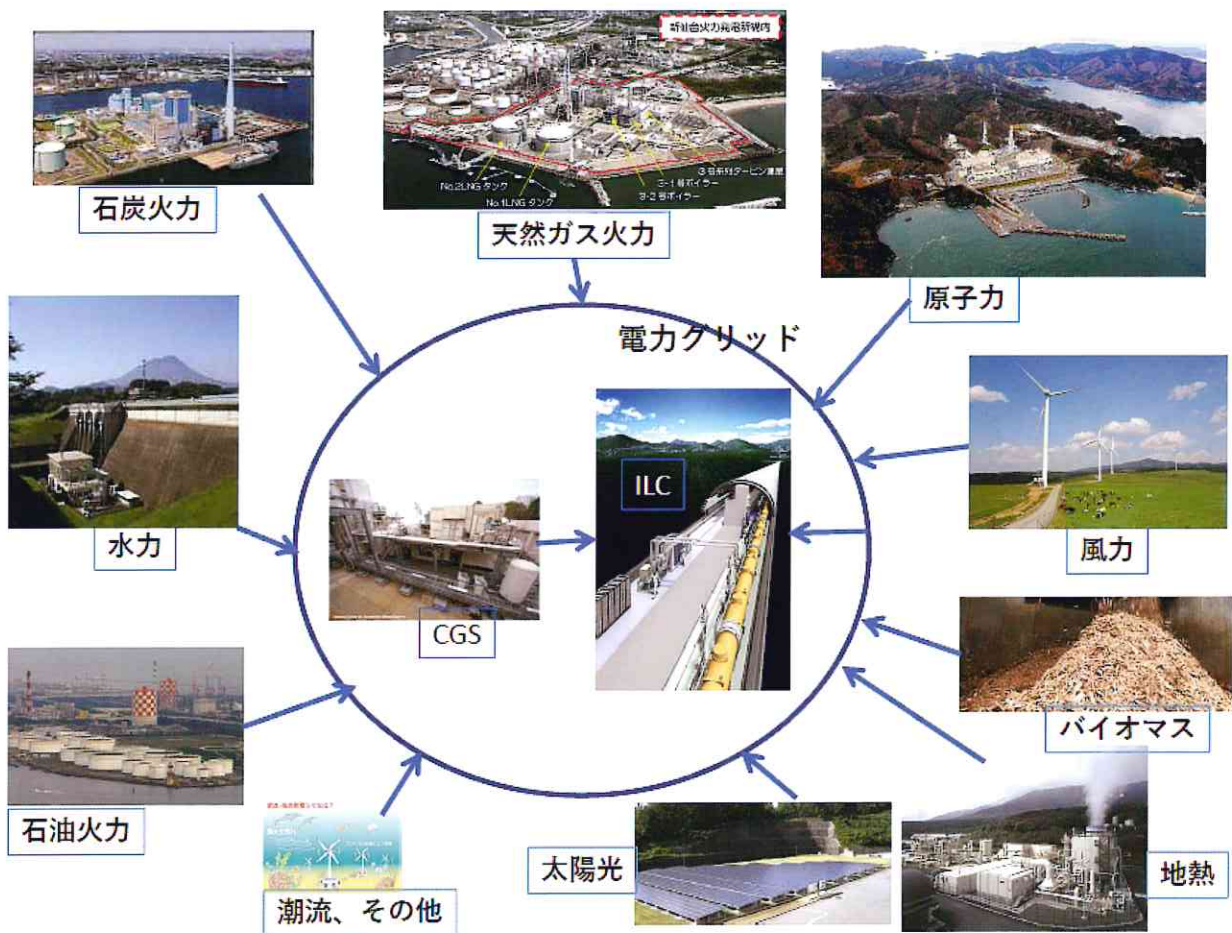
グリーン ILC



平成29年度岩手県南広域振興局主催・ILC絵画コンクール
高学年の部・佳作「ILCと見るみんなの未来」

1. ILCとエネルギー：Green ILCの基本概念

ILC施設は大きな電力負荷設備である。ステージングILC250GeVにおいてピーク電力は【117メガワット】、年間使用電力は【7億キロワット・時】となる。電力は主として商用グリッドから受電するが、ILCの特徴として貴重な資源である大量の液体ヘリウムを用いることや、大深度地下に設置する施設の安全を確保するために、電力システムの冗長性を高める必要がある。そのために必要電力の約10%程度は常時運転の液体天然ガス・コジェネ発電（CGS）によることを想定している。商用グリッドは下図に示すように地域の様々な発電施設から電力が接続されている。

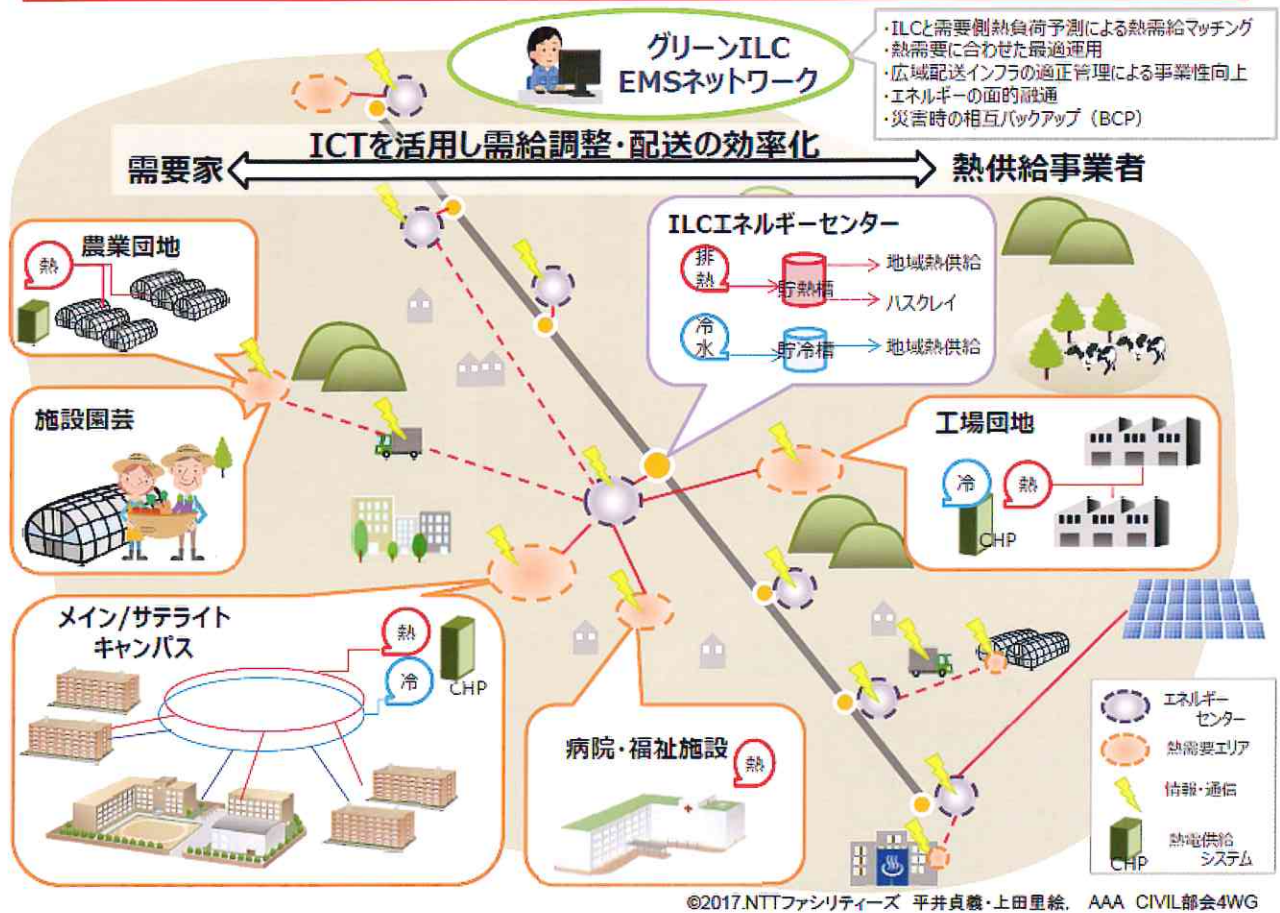


ILC施設において、電力は全施設を動かすという仕事をした後は100%熱エネルギーに変換され、冷却水で冷却される。通常そこで生じる温水は地上に設置する冷却塔から空中へ蒸発潜熱を利用して放出される。従来、加速器研究施設ではこの方式が一般的であったが、近年はこのような巨大電力施設が社会に容認されるためには持続可能なエネルギー供給でなければならないという考え方が国際標準となっている。その条件を満たす北上高地に立地するILCをグリーンILC（Green ILC）と呼ぶ。

Green ILCの基本概念を以下の4点にまとめる。

- ① ILC施設におけるエネルギーフローの合理化と持続可能なエネルギーの利用。
- ② ILCからの排熱回収技術を活かした地域の排熱回収とそのオフライン輸送。
- ③ 地域の特徴を活かしたバイオマス利用によるエネルギーのオフライン輸送とILC関連施設の木造化。
- ④ ILCと地域エネルギー供給事業との連携。

ILCと地域の様々な施設の各種熱を有効利用する「グリーンILCシティ」の目指す姿



2. Green ILC 方針その1：設計・機器開発の高度化

Green ILCの設計指針は以下の3つの項目に分類される。

①全使用電力当りの加速器性能を最大化：

ILCは超伝導技術をベースとしたシステムになっていて、ビーム衝突率を高める研究が絶えず行われている。

②加速器に使用する機器の電力効率の改善：

例えば高効率クライストロンの開発。

③使用された電力エネルギーを可能な限り回収：

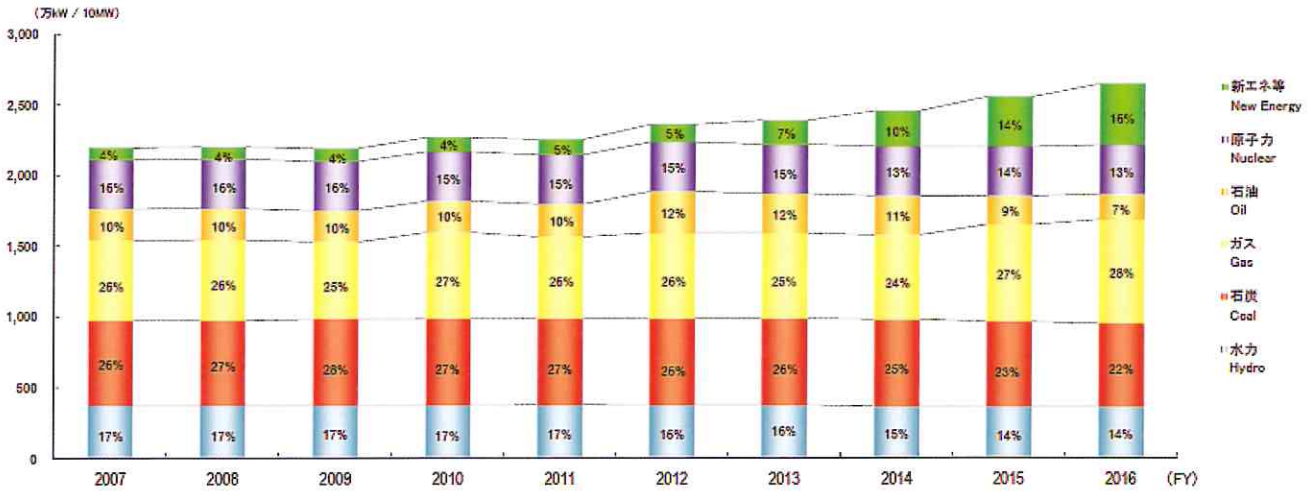
1つは衝突後のビームエネルギーの回収。もう1つは、冷却水からの熱エネルギー回収。これについては後段でさらに詳述する。

3. Green ILC 方針その2：新エネルギーによる電力供給

方針その1は技術的な努力であるが、東北地域の電力供給事情の特徴として次頁に示すように持続可能な新エネルギーのキャパシティが大きいことが挙げられる。

1. 電力供給 Electric Power Supply

(1) 発電設備容量構成比(含他社受電) Generating Capacity by Energy Source (including purchased power)



出典：東北電力ファクトブックより
 新エネ等とは風力、太陽光、バイオマス、廃棄物、地熱発電を含む既連系の発電設備容量をいう。水力と合せた設備容量は30%に達し、実発電量も19%である。

ILCの必要電力量は東北地域のキャパシティの1%程度であることから、商用グリッドからの電力供給を新エネルギーと水力のみで賄うことは十分に可能である。

4. Green ILC 方針その3：排熱回収と地域のエネルギー供給事業への寄与

先に述べたようにILCの冷却水から熱エネルギーを回収する技術の開発努力を重ねているところであるが、その技術はILC排熱に限らず東北地域の（さらにいえば我が国の）未利用の排熱を回収する事業にも使うことができる。

この排熱回収技術の特徴は、対象とする排熱が低品位、すなわち温度が60～200℃程度と低いことである。低品位熱エネルギー回収の鍵となる技術は下図に示すような【吸着材蓄熱システムHASCLAYハスクレイ】である。これは粘土系ナノ粒子吸着材で、水⇄水蒸気の相転移に伴うエネルギー移動を利用するため、媒体1m³あたりの蓄熱量は580メガジュールにもなる優れたもので、しかも媒体自体の温度は変化しないし、密封することにより長期保存も可能で、季節を跨いだエネルギーの出し入れも可能となる。温水配管による搬送と違って通常のトラック等でのエネルギーのオフライン輸送が可能である。このことにより利用範囲は格段に広がる。

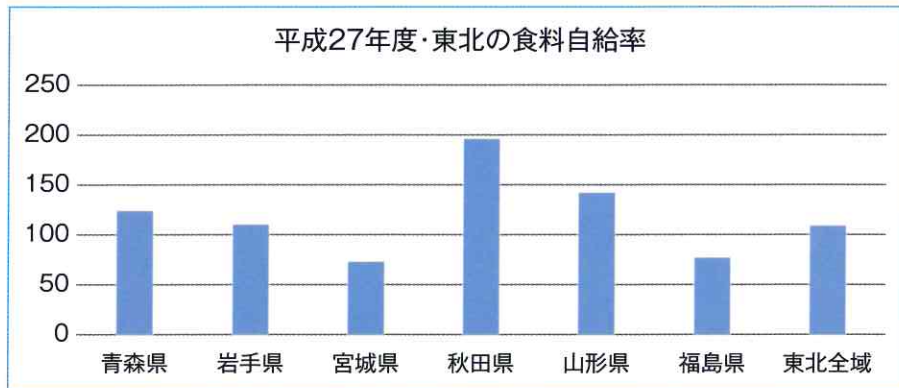
この方法で回収した低品位排熱は熱エネルギーとして利用すべきである。電力は使い勝手はよいが、熱エネルギーからの変換効率は例えば地熱発電の場合などでも15%以下である。むしろ使い方を工夫して、可能な限り熱エネルギーとして再利用することを考える。図に示すように地域の未利用の熱エネルギーをこの方法で回収すれば、ILCを待たずして熱供給事業を立ち上げることは今でも可能である。このようにしてILCを我が国が低炭素化に進むための一つの契機にすることができる。



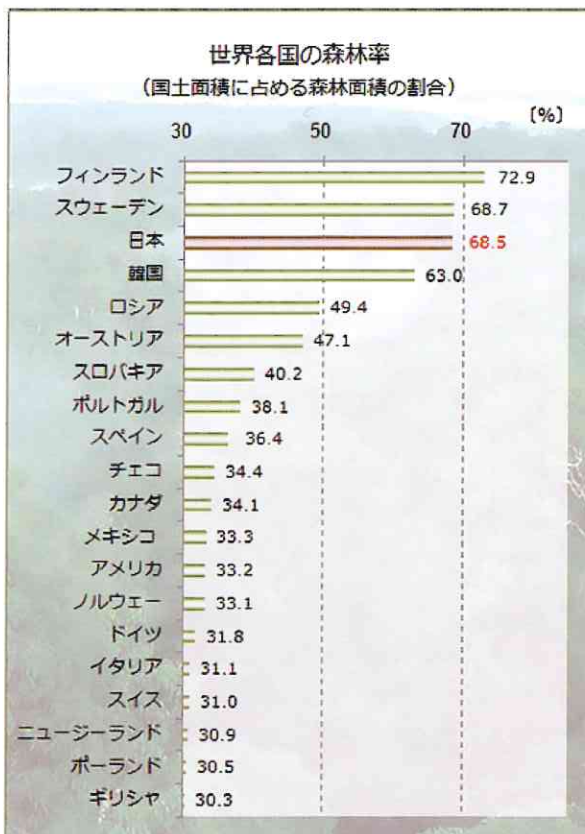
出典：高砂熱学工業株式会社資料

5. 東北地域の特徴：高い1次産業のポテンシャル

熱供給事業を考えるに当たって、まずは地域の特徴を把握しておく必要がある。下図に食料自給率と森林資源に関するデータを示すが、農林産業のポテンシャルが極めて高いことがわかる。



データは東北農政局資料による



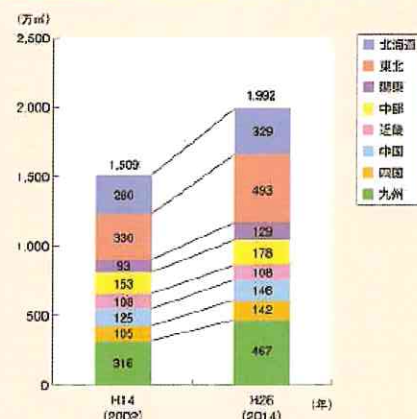
出典：森林・林業学習館

資料Ⅲ-3 主要樹種の都道府県別生産量 (平成26(2014)年の上位10位) (単位：万t)

	スギ	ヒノキ	カラマツ	広葉樹
第1位	宮崎 153	岡山 24	北海道 164	北海道 59
第2位	秋田 108	高知 23	岩手 30	岩手 30
第3位	大分 79	愛媛 20	長野 24	鹿児島 16
第4位	熊本 69	熊本 16	青森 4	福島 12
第5位	青森 60	大分 16	群馬 3	広島 10
第6位	岩手 60	岐阜 15	岐阜 3	秋田 10
第7位	鹿児島 51	三重 12	山梨 2	鳥取 8
第8位	福島 45	静岡 11	秋田 2	宮崎 7
第9位	宮城 43	広島 9	福島 2	青森 6
第10位	高知 35	茨城 8	東京 1	山形 5

資料：農林水産省「木材需給報告書」

資料Ⅲ-4 国産材生産量(地域別)の推移



資料：農林水産省「木材需給報告書」の結果を基に林野庁で集計。

グローバルにみたとき、本来我が国の気候風土は世界にも稀な農林水産業に適した地域である。それにもかかわらず、日本全体で見るとそのポテンシャルを生かしているとは言い難い。しかしながら東北地方は我が国の中で食料および建築材料自給率が高いという特徴を持っているので、我が国の先進地域モデルとする可能性がある。我が国は世界有数の森林資源を持ちながら、産業として考えたときドイツ、オーストリア、スイスなど日本より森林率の低い国々の後塵を拝している。一方では法隆寺を始めとして日本には木造建築の輝かしい歴史を持つ。ILCは国際施設であり、次節に述べるようにその施設の木造化を推進することは国内外へ大きなインパクトを与える存在になる。

6. バイオマス利用の促進とILC関連施設の木造化

排熱回収技術と並んで東北地域の特徴を活かしたエネルギー供給事業として豊富なバイオマスの利用が考えられる。その先進事例が下図に示す岩手県久慈市における熱供給事業である。この事業の特徴は、熱源のバイオマスとして利用価値の低い製材端材・残材を利用し、かつそれらを熱エネルギーとして100%利用し尽くしている点である。この事業が持続可能である前提はバイオマス源の評価であるが、それを森林資源量から推測するとしばしば間違える。実際の地域の製材事業から排出される残材・端材が十分に供給されることが条件となる。そのためには利用価値の高い良質建築材の需要が持続しなければならない。これを後押しするのが現在国策として勧められている公共建築の木造化である。ILC関連施設もその例外ではない。

久慈市バイオマスエネルギー(株)⇒未利用バイオマス(赤松、広葉樹バーク)熱利用

大規模園芸団地向け木質バイオマス熱供給

熱供給事業の優れたモデル

製材残材である赤松と広葉樹のバークを粉碎、乾燥させて燃焼⇒電気ではなく熱エネルギー利用で椎茸の菌床栽培(60坪のハウス×60棟=1.2ヘクタール)の温度維持(50℃の温水)と菌床の殺菌(蒸気利用)を実施



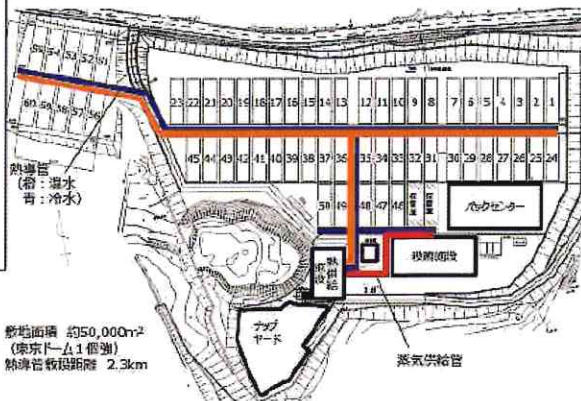
久慈市バイオマスエネルギー(株)

設立：2014年2月21日 資本金：7,300万円

株主：(有)マルヒ製材、(有)越戸きのご園、(株)東芝、(有)サンハイツ、久慈地方森林組合、とうほくのみらい応援ファンド投資事業有限責任組合

事業内容：大規模園芸団地への熱供給(蒸気、温水、冷水)及び市内施設への乾燥チップ販売

補助：経済産業省「地域再生可能エネルギー熱導入促進事業」、久慈市「木質バイオマス活用推進事業」



敷地面積 約50,000m²
(東京ドーム1個強)
熱源管敷設距離 2.3km

出典：久慈バイオマスエネルギー (KBEC)、東北大学大学院環境科学研究科 第106回コロキウム環境

その好例が、下図に示す岩手県・住田町の木造庁舎である(住田町HPより)。東北地方でこのような事例が増えている。ILCにおいても実験室、研究室およびゲストハウスなど可能な限り木造化をはかるべきである。その背景には最近の技術進歩がある。集成材や結合金具の開発および耐火性能向上といった技術開発により、30メートルの無柱スパン建屋や、10階程度の高層化が可能となっている。



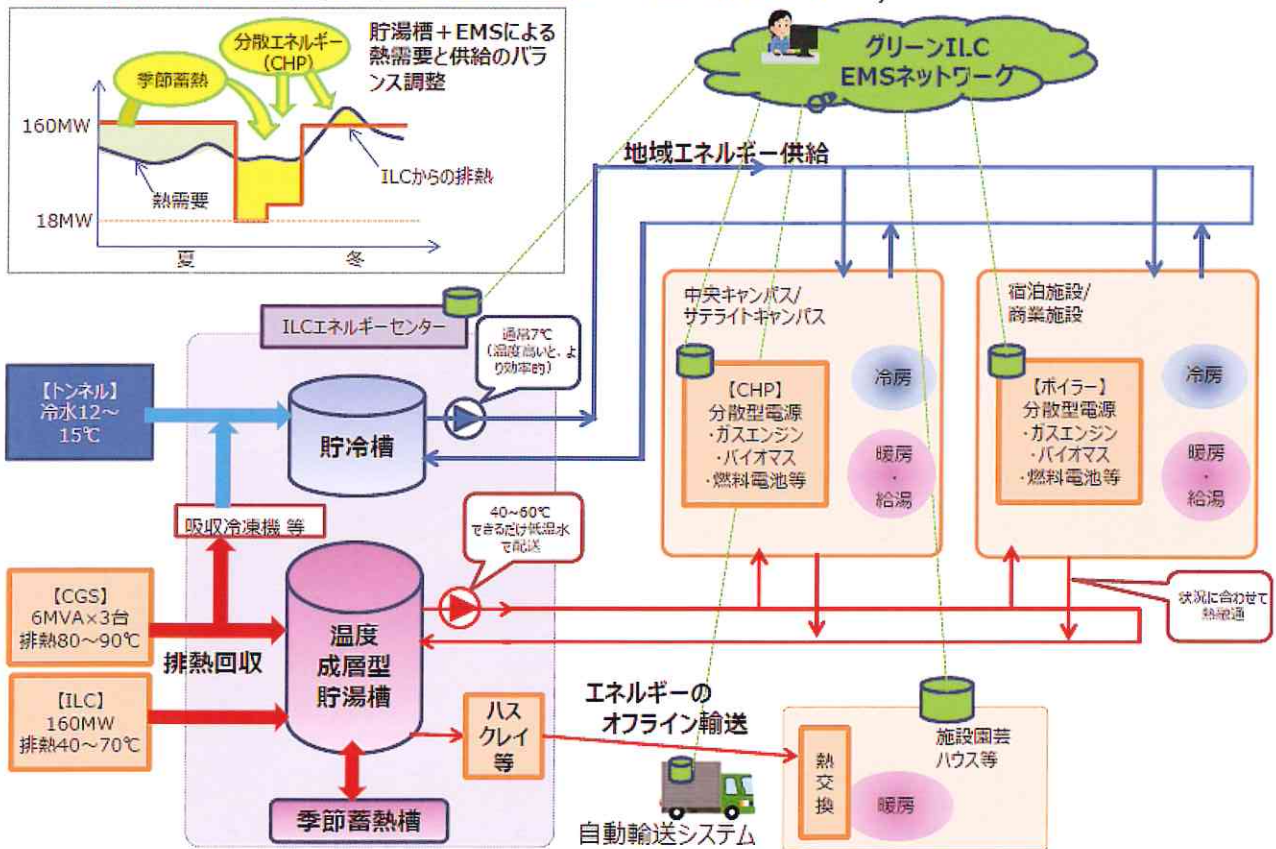
バイオマス熱利用事業の特徴は、排熱回収と同様に熱エネルギーのオフライン輸送が可能になることである。乾燥させたバークの粉体は1㎡あたり（重量では0.59トン）465メガジュールのエネルギーを持つ。排熱回収とならび、熱供給事業のポテンシャルは非常に高い。このようにILCを契機として東北地域の森林資源を有効に使い、地域の林業家、製材所、工務店、設備企業、維持管理企業といった川上から川下の企業がアライアンスを組んで木造施設普及に取り組み、その結果生まれるバイオマスを農林水産業に活かす仕組みを作る。

7. 少子高齢化が必至の我が国のあるべき産業構造

東北地域には、自動車・宇宙・航空機・半導体・ヘルスケア・その他の精密機器など多くの優れた製造業の母体がある。また前節で示したような1次産業のポテンシャルも高い。これらを踏まえて少子高齢化が必至の我が国の将来を支えるための産業構造として、1次、2次、3次産業を調和良く発展させることを提案する。その鍵の一つがエネルギー・マネジメントである。そこにILCを契機として開発している排熱回収技術と、既に優れたモデルがある乾燥バイオマス粉体によるエネルギーのオフライン輸送をうまく活かすことにより、エネルギーコストを下げることは地域の発展を促す鍵の一つとなり得る。

排熱回収とバイオマス熱利用をベースとしたエネルギーマネジメント構想

熱エネルギーの需給・配送管理（熱供給量と貯湯量、熱配送状況を管理）



©2017.NTTファシリティーズ 平井貞義・上田里絵, AAA CIVIL部会4WG



岩手県・岩洞第一ダム・41メガワット



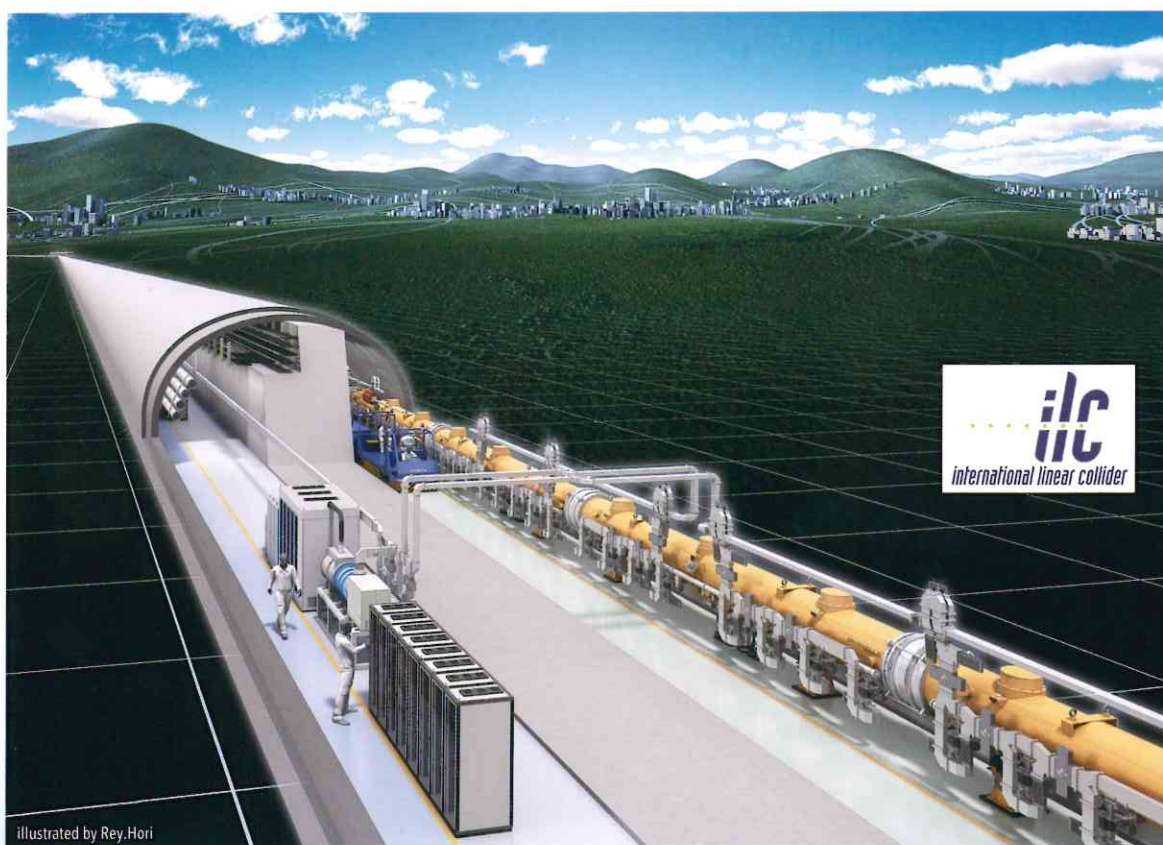
岩手県・松川地熱発電・23メガワット



青森県・六ヶ所村・30メガワット



大船渡市・18メガワット



illustrated by Rey.Hori