

東京電機大学 東京千住キャンパスのその後

Tokyo Denki University, Tokyo Senju campus commissioning practice

(株)日建設計 エンジニアリング部門 設備設計グループ

NIKKEN SEKKEI, Engineering Department, M&E Engineering Division

林 一宏

Kazuhiro HAYASHI

キーワード：連結式縦型蓄熱槽(Linked Vertical Thermal Energy Storage Tanks)、氷蓄熱(Ice Thermal Storage)、

エアフローウィンドウ(air-flow window)、電力負荷平準化(Electric-load Leveling)、性能検証(Commissioning)

1. はじめに

学校法人東京電機大学は、旧神田キャンパスにおける狭隘で老朽化した校舎問題の解決と、次の100年を見据えた教育・研究のさらなる充実・強化を目的として、東京都千代田区から足立区への移転計画を推し進めた。表-1に本キャンパスの構築計画概要を示す。2008年に進行中であった旧キャンパスの建替え計画を急遽方向転回し、計画段階(約12ヶ月)・設計段階(約12ヶ月)・施工段階(約23ヶ月)の約4年を経て新キャンパスを構築するという短期決戦であった。したがって、時間のない中で構築時の最大効果を得つつ、運用時の性能検証をも可能とする「体制づくり」と「議論の主軸設定」が求められ、さらにその結果としての「雰囲気醸成」がその後の初期調整には必要であった。本稿では、短期間で多くの決断に迫られた計画・設計から、定常運用段階である現時点まで関与したメンバーの各視点から、コミッションングの効用について紹介する。

2. 物件概要と性能評価体制・取組み

2-1. 物件概要

キャンパスは、1号館～4号館までの4棟で構成されており、敷地を分断する形で中央に公道が通る。公道の西側に1号館、東側に2号館、3号館、4号館を配置した(写真-1)。キャンパス概要を表-1に示す。なお、千住地区は荒川の氾濫時に5mの冠水が予測されていることから、1階の階高を6mとし、電気室や非常用発電機は2階以上に設けるなど、随所に計画段階での議論の内容が反映されている。

図-1に主な省エネルギー技術を示す。社会資本の規範となるべく、基本に忠実で採用可能な「できるではなく効く技術」の適切な組み合わせに留意した。そこで導入プライオリティを、(1)熱負荷削減手法、(2)高効率手法、(3)情報・管理・教育、(4)未利用エネルギー利用の順として設定した。またこの取り組みが、平成21年度国土交通省の「住宅・建築物省CO₂先導事業」に採択され、積極的な技術導入の推進体制をより強固とした。

表-1 キャンパス構築計画概要

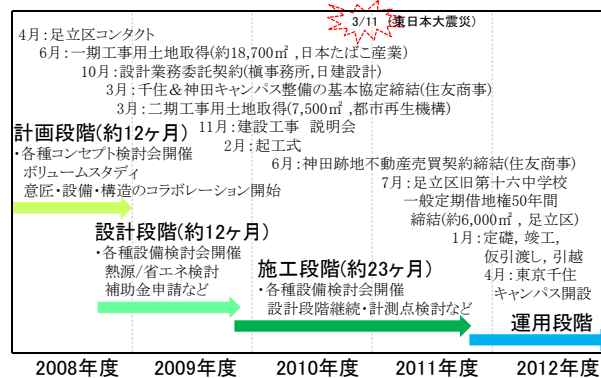
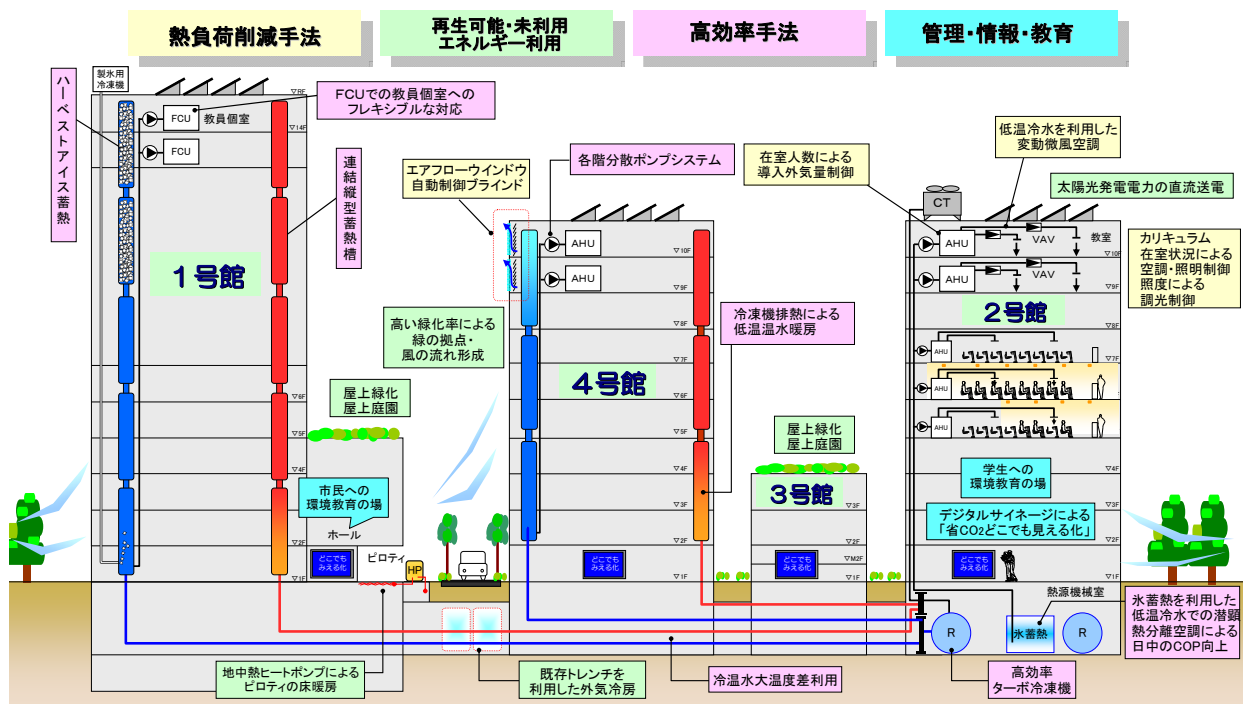


写真-1 東京千住キャンパス全景

表-2 建築概要

名 称	東京電機大学 東京千住キャンパス
実施場所	東京都足立区千住旭町5番(北千住駅徒歩1分)
学部等 名称	工学部、工学部第二部、未来科学部、 関連する大学院等、その他、併設施設
収容者数	学生約5,000名(教職員含め約5,500名)
敷地面積	約 26,200 ㎡(第二期予定地を含む)
建物規模	約72,600㎡ 1号館:研究室/実験室・事務室・ホール 約34,900㎡(地下1階/地上14階,高さ約61m) 2号館:教室・事務室 約18,400㎡(地下1階/地上10階,高さ約44m) 3号館:食堂・売店・部室・体育館 約 5,200㎡(地上5階,高さ約20m) 4号館:研究室/実験室 約14,100㎡(地上10階,高さ約44m)
構 造	SRC造、S造、RC造 1号館:免震構造、2号館:制震構造、 4号館:制震構造、3号館:耐震構造

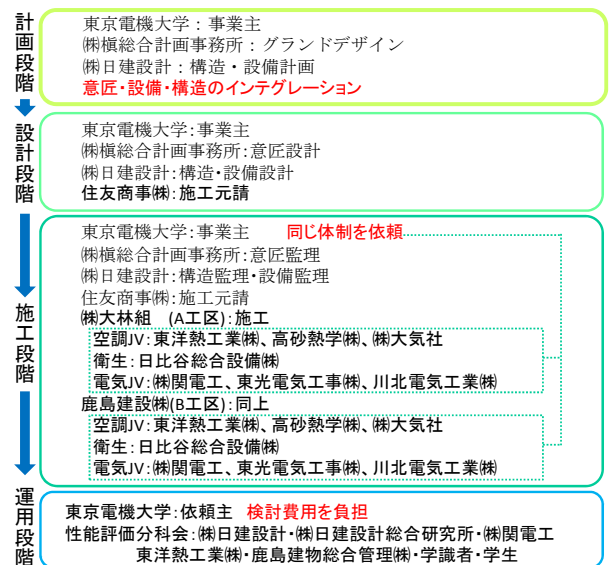


図ー1 新キャンパスに導入した各種省エネルギー技術

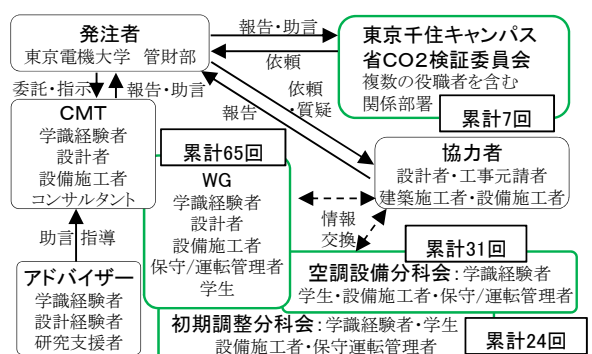
2-2. 性能評価体制・取組事項

図-2に各段階別の体制を示す。新キャンパス構築にあたっては、短期間に体制を早急に整備する必要があった。しかし意匠計画に設備・構造が追従する通常のスキームでは、省エネルギー化や電力負荷平準化を図ることは困難であった。そこで計画段階では、意匠と設備・構造のインテグレーションを志向し、さらに後の段階を見据えて各種補助金と継続的性能評価を可能とする組織を整備した。また工事発注・施工段階では、設備施工者は工区が分かれるものの、キャンパスの一体開発であることを勘案し、同体制で施工する体制を整備した。運用段階では、設計者・施工者・評価者との意思疎通が可能なビルメンテナンス業者を決定し、継続的な性能評価体制を整備した。

図-3に運用段階における性能評価体制を示す。キャンパス全体を対象に空気調和・衛生工学会「建築設備の性能検証過程指針」に「準ずる」形で、運転フェーズ(受渡し後段階)における「性能評価」を実践してきた。なお本計画では、段階毎にドキュメントの受渡しや監査を実践してきたものの、発注者と委託者の立場の混在を避けられなかった。またプロジェクト推進にあたって、専門分野の第三者の関与が事実上不可能であった。以上の事由により、本計画では本来の「性能検証」過程の一環とは区別して「性能評価」(以下Cx')として取り扱った。性能検証の費用捻出に関しては、国土交通省の「住



図ー2 各種取組を実現する各段階における体制



図ー3 運用段階における性能評価体制(2014年時点)

宅・建築物省CO2 先導事業」の補助金を活用した。発注者として理事長直下の省CO2 検証委員会(2014年11月時点で累計7回開催、以下同様)を組織し、各種検討に対して契約を発生させている。具体的な検討はワーキンググループ(65回)が主体であるが、初期調整分科会(24回)と空調設備分科会(31回)も別途設置することで詳細な性能評価を継続してきた。

図-4に計画・設計・施工段階における議論の軸を示す。基本に忠実な設計でありながら技術面の挑戦を行い、なおかつ居住者へのサービス向上・コスト削減・社会貢献を念頭に置いて検討を進めた。また意匠・構造・設備のインテグレーションを推し進めるため、設備技術者が関与すべき事項については随時検討会を設置し、各種ベンダーへの積極的な働きかけ(例えばブラインド業者へのヒアリングを通して意匠計画に関与するなど)や、学協会指針準拠(ネーミングコード、計量ポイント、ブラインド制御仕様など)に取り組んだ。

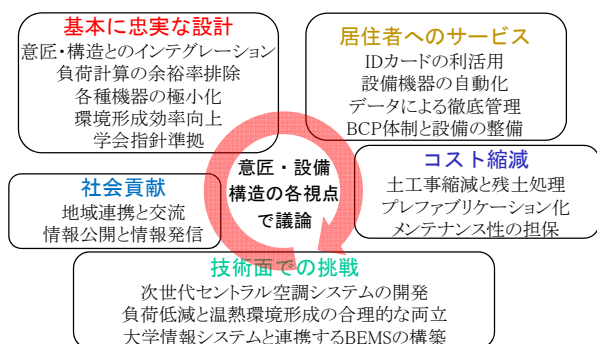


図-4 計画・設計・施工段階における議論の軸

3. CMT相当の立場での性能評価の効用

本物件では、計画段階から運用段階まで一連のCx'を実施しているが、CMTが学会基準のように実体として存在したわけではない。前述したように、施主が発注者となっているものの、実際に検討を推進する形とならざるを得なかったこともあり、CMTが受託者に「溶けこむ」ということがむしろ自然な形であった(以下、CMT相当の立場を区別してCMT'とする)。すなわち「良い物件を実現させる手法」として、本来のCxスキームの実施が負担になる可能性があったがゆえに、いわばアレンジ版「Cx'」を勝手ながら設定する一方で、プロジェクトの推進に対して、各立場の人が正義感を持ちつつ、誠実な業務遂行が可能とする「雰囲気醸成」が有効であるとCMT'が判断したということである。

本物件では関与者同士の関係性が偶然もたらしたCx'の多様な形の可能性を示すことができたと思うが、仕事に役職につくのではなく人につく日本の慣習の中では、これもひとつの形として考えるのではないかと。Cxは、CMTが牽引し、オーナー、設計者、施工者、メーカーが協力して行われなければうまくいかない。ただし、そこには上下関係を無くす工夫が必要であり、萎縮が発生するような関係性はあるべきではない。CMTは全体のマネジメントを行う一方で、自身の手の届かない各種情報について教えるという立場でもあることを自覚すべきと考える。

4. 設計者の立場での性能評価の効用

本物件では、プロジェクト全体の軸(図-4)の実現に向けた検討メンバーであるという意識を持たざるを得なかった点が、通常のスキームとは大きく異なっていた。その結果として、時間切れで諦めることなく、むしろ各種条件を逆手に取って各種新しい提案を設計変更に取り込むことができたことは、単調(リスクヘッジを含む)なスキームになりがちな昨今の風潮に対して、エンジニアリングの面白さを再燃させる可能性を体現できたのではないかと考える。例えば、徹底した安全率の排除に対して「設計外気温度以上になった時に、設計室内温度が満足できるということは過剰設計である」というCMT'の後押しがなければ、通常のスキームで対応することになっていたと考えられる。

竣工後(運用段階)における性能評価においても、基本的な設計責任はCMT'にあることから、不具合に対しては責任問題に発展する要素もなく、今後どのように改善していくべきなのかが自然と議論の軸になるなど、「目標への到達が最優先」であることが徹底されていたことが、性能評価におけるモチベーション維持に繋がったと考える。立場としては、コストバランスも含めて調整が必要であったため全ての要望に応え切れない部分もあったが、現状のスキームにも改善すべき点があることを再確認することができたと考えている。

5. 施工者の立場での性能評価の効用

通常Cxを行わないプロジェクトでは、施工者はオーナーや設計者に意見を述べにくい状況となるが、物件を良くするための設計変更などに対して、CMT'がパートナーとして積極的であったことから、非常に大変ではあったが、最終的に良い結果に繋がったと考えている。

なお当初より性能評価を条件として受注したこともあり、設計段階より自身の課題として取り組まざるを得なかった。したがって、運用段階を見据えた設計変更については、その時点での予算や時間の許す限りではあるが積極的に取り組むことができた。

運用段階においては、実際問題として瑕疵担保期間の内外という話題が少なからず生じたものの、性能評価費用が発生していたことから、性能評価に対する社内での理解が得られていた。このように、施工者の立場としては、Cxを進める環境が整備されたことが目標到達に注力できた要因の一つと考えている。

6. キャンパスの省エネルギー効果

図-5に電力負荷平準化の実績データを示す。青線が平日開校日における受電電力を平均化したものである。蓄熱システムを利用したピークカット運転を行うことにより、ピーク時間帯(13~16時)に受電電力を約300kW低減していることが分かる。蓄熱システムを有しない熱源を想定した場合、受電電力(図中黄線)のピークは60%増加すると試算された。省エネ手法がない上に個別空調という想定では、受電電力(図中赤線)は125%増加する。様々な省エネ手法と蓄熱システムが融合し、電力負荷平準化を実現している。

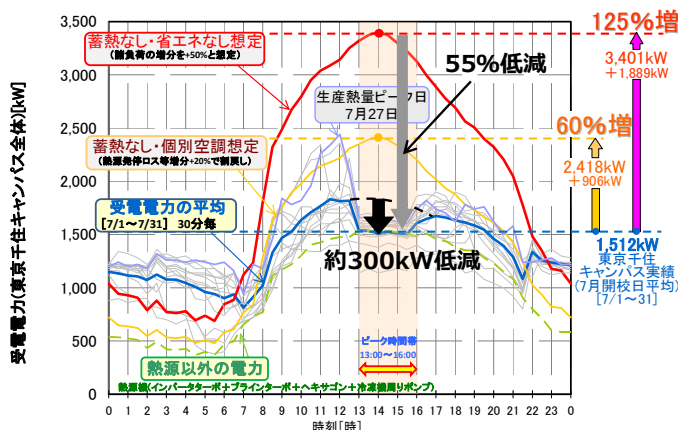


図-5 電力負荷平準化の実績データ

キャンパス全体の平成24年度の一次エネルギー消費量原単位は $1,204\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ であった。また、 CO_2 排出量原単位は $47.2\text{kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ ^{※1)}であった。 CO_2 排出量原単位を都内の他大学と比較した結果を図-6に示す。 $90\text{kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ を超えるものは大学病院等が附属した医療系大学である。理工系大学は $60 \sim 90\text{kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ の間にほぼ収まり、これを下回るものが文系大学という傾

向である。本キャンパスは文系大学の平均程度であり理工系大学としては極めて低いトップレベルの値を実現できた。

※1) 本項目では、他大学と比較するために東京都環境確保条例(2010年度)の $0.382\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ を使用。省エネ目標設定時の CO_2 排出係数 $0.403\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ (東京都環境局地球温暖化対策指針)を使用すると、目標値 $36.9\text{kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ 、実績値 $49.7\text{kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ となる。

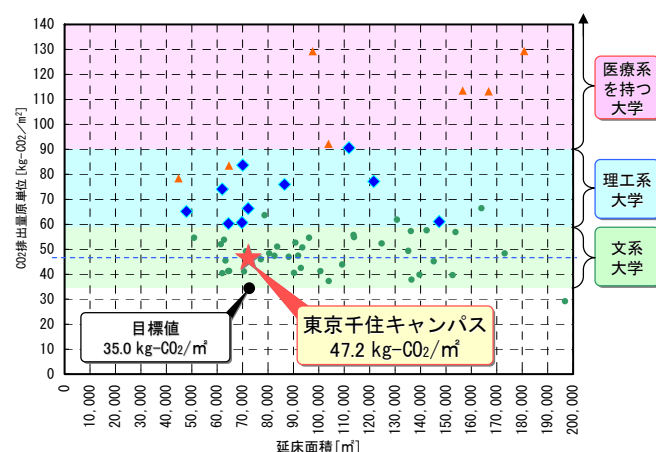


図-6 都内他大学との CO_2 原単位比較

(東京都環境確保条例資料(2010年実績)より引用)

(電力の CO_2 排出係数は都環境確保条例(2010年度)の 0.382 を使用)

7. おわりに

東京千住キャンパスは、誕生までの過程において「設計検討会」を概ね週1回のペースで実施してきた経緯がある。本検討会は、建築主である大学関係者、設計事務所、施工者、他大学の先生、メーカーの技術者などが組織や業界の垣根を越えて集まり、様々な意見を出し合い、自由闊達な議論を行うという場であった。その結果、革新的な試みが多数導入されることとなり、社会的にも大変な注目を頂いている。竣工後4年目に入った現在も「性能検討会」のメンバーに建物管理スタッフが加わり、検証を順調に進めており、これらの成果もあって電力負荷平準化と省エネルギー化に大きく貢献できている実績を残すことができた。

最後に、本キャンパスは防災性能にも非常に力を入れており、都市型キャンパスとして地域の避難拠点になりうる性能を持たせた。72時間の電源確保、蓄熱用水をトイレ洗浄水に転用させる仕組みなど、先進性は省 CO_2 だけに留まらない。本キャンパスは、これからの大学設計の方向性を示す存在になることを期待するものである。