

4. エネルギー性能改良のためのビル空調の性能検証 (ANNEX40)

ANNEX 40 対応研究会の研究状況について

中原 信生 名古屋大学名誉教授 環境システック中原研究代表 建築・エネルギーコミッショニング委員会委員長

1. はじめに

ANNEX40の研究機関は4年間であり、今年秋のバリ会議を以て締めくくる。ファイナライズするための準備は着々と進んでおり、OAを勤めるCSTB研究所のVisier博士とそのアシスタントであるJandon女史の、フランス人らしからぬ?てきぱきとした締めくくり方している。Visier氏と筆者とは1988年に発足したAnnex17(日本はAnnex16に正式参加、しかし殆ど毎回同時同所開催でAnnex17とシリーズに開催されていたので日本もそれにオブザーバー参加が許されていた)以来の付き合いであるので16年以上(Annex34は京大の吉田治典先生に委任したのでこの期間を除けば12年)の付き合いになる。例によって年齢の判り難い人でAnnex17の頃は未だ駆け出しの感じであったが…同じく、現在米国のLBNLに勤め、当時はOxford大所属であったHaves教授、ECBCSの顔でもあるベルギーはLiege大学のLebrun教授とも同様の長い交際となった。

これらの方々とは別の組織であるIBPSA(国際ビル性能シミュレーション協会)の研究グループでもあり、ビル環境・設備の研究集会ではしばしば顔を突き合わせる仲間である。この顔の広さ?をもつてすれば筆者がもっと英語が達者でさえあったなら、当然何らかのAnnexのOAを勤めるべき立場にあったわけであるが、不勉強かつ自己流の英語でしかもヒアリング能力に乏しいとあればそうは成り得なかったのは残念なことであったが当然の結果である。それでも何と国内委員会の委員長を務め、国の代表として勤めることができたのは吉田先生ほか多くの達者な方々のお陰であった。

以上の雑談で理解されたように、このAnnex40は、Annex16(BEMS、ユーザーガイダンス)+Annex17(BEMS、動的シミュレーションとエミュレータ)、Annex25(BOFD、ビル最適化と故障検知診断)、

Annex34(BOFD、デモンストレーション)と続く一連の研究上にあり、先立つ研究の上に次なる研究があるという繋がり方をしているが、何よりも感心したのは、故意か偶然か、シミュレーションもBEMSもBOFDも見事にコミッショニング(性能検証)プロセスの確立とそのためのツール開発、そしてそれによってバーチャルではない、実際のビル省エネルギー化を検証し実現するための方法論に収斂していることである。

2. コミッショニング(Commissioning、性能検証)とは

ここでは、空気調和・衛生工学会で作成した「建築設備の性能検証過程指針」の付属書10「性能検証過程に関する用語の解説」から引用する。というのは、Annex作業において用語の定義と解説のタスクは日本が主となって作成した(九大・赤司助教授担当)ものであるが、その叩き台としては上記学会で検討してきた内容を基軸としたものであり、それはまた米国のASHRAEのコミッショニングガイドライン(1989年及び1996年)の用語の定義と指針そのものを十分に検討したうえで国内にも通じるユニバーサルな定義を策定しようと試みたものであるから、それが国際的に通じるはずであるとの考えからであり、事実、多国籍グループの研究チームの中で、それぞれに若干の異論が無かったわけではないが、幸か不幸か、日本のチームのように建築の専門化が参加していない、ということもあって、我々日本チームがリードして用語定義と解説を纏め上げ、OAのVisierが全面的にこれを容認し、英語学的なチェックを経てISO定義として策定された、という経過があるからである。なお、上記の学会指針の本文においてはもっと簡略化した定義を記述しているが、その意義を十分に理解してもらうために解説を付したものが以下の定義である。

性能検証(Commissioning、Cx):性能検証とは、「環境・エネルギー並びに使い易さの観点から使用者の求める対象システムの要求性能を取りまとめ、設計・施工・受渡しの過程を通して、その性能実現のための性能検証関連者の判断・行為に対する助言・査閲・確認を行い、必要かつ十分な文書化を行い、機能性能試験を実施して、受け渡されるシステムの適正な運転保守が可能な状態であることを検証すること。」と定義されるが、この性能検証の役割は、使用者にとって最適な状態に保たれるように、求めに応じて性能を診断・検証し、必要に応じて発注者・所有者或いは使用者に性能改善法を提示することとまとめられる。定義で示された「環境・エネルギー」とは、第一に室内環境の衛生・健康・快適性の保持をいい、第二にエネルギーおよび排出物質を最小限にして省エネルギーと地域・地球環境保全に貢献することを意味し、「使い易さ」とは保守性の確保と長寿命化への貢献を意味する。

性能検証は、認証された性能検証責任者、または客観的にこれと同等の経験・能力を有すると認定された性能検証責任者の指揮の下に行われ、それぞれのシステムに対して、システムが設計趣旨に合致した性能を発揮するように、設計・施工ならびに機能性能試験が行われ、運転保守が可能な状態であることを第三者が客観的な証拠に基づいて確認することでもある。本指針における性能検証は企画の時点に始まり、それから設計・施工・始動・受渡し・訓練の各過程と時点を含む建物の全使用期間(ライフ)にわたって適用されるもので、本指針に示すような、性能検証責任者の指揮の下に行われる、制度的過程(Commissioning-Process)を通じて実現されるべきものである。第三者性を伴わない設計・施工の当事者が、自ら実施する作業と誤解される恐れがある場合には、これと区別するために、「指針に基づく性能検証」などと呼ぶことが適当である。

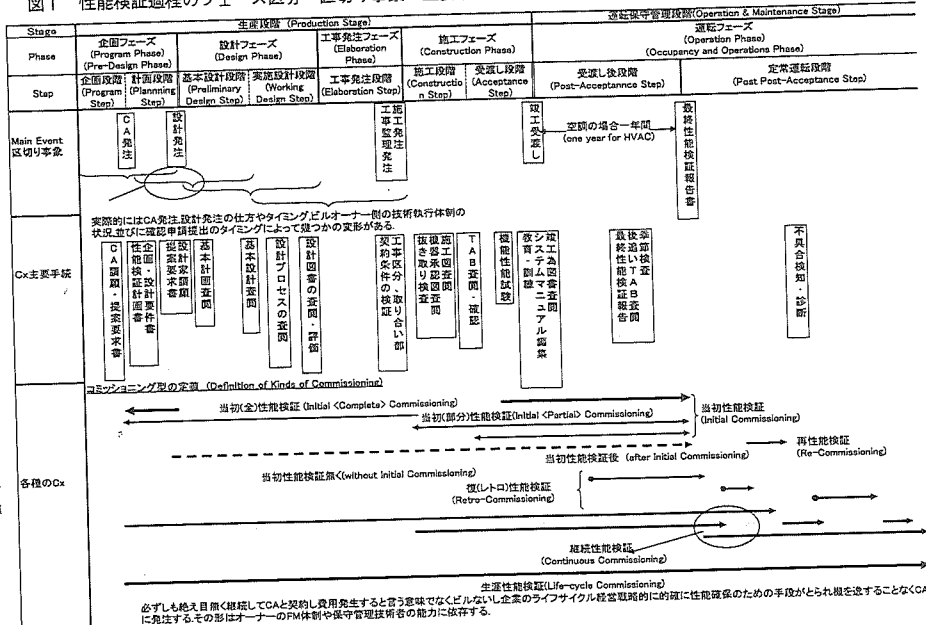
3. コミッショニングプロセス(Commissioning Process、性能検証過程)とは

一般に性能検証ないしはコミッショニングという言葉が普通名詞として用いられる場合には必ずしもこの定義に縛られない、と考えるのも理のあることで、その故に、本来の目的とは異なる意味で「性能」「検証」の意味を含む行為を性能検証、したがってコミッショニングである、と唱えるのがわが国のうちでは横行しており、それ自身は必ずしも過ちではないので非常に混乱を招く。そ

こで上述の目的と意義を有する、建築生産と保守におけるプロセスとしての性能検証行為であり、それが新しい職能の定義に繋がり、そして品質確保とそれに伴うグローバルな意味での省エネルギーとサステナビリティをライフサイクルに亘って実現するものである、ということ強調するためには「性能検証過程」という少し堅い言葉を用いる必要がある。以下に、上記と同じ指針付属書からその解説を引用する。

性能検証過程(Commissioning-Process、CxP):性能検証過程とは「性能検証の目的を達成するために企画・設計の段階から施工・受渡し、運転保守管理レベルに亘って定義されるもので、この指針に従って全うされる一連の過程」をいう。性能検証過程は、大きく生産段階(Production Stage)から運転保守管理段階(Operation and Maintenance Stage)に区分される。生産段階(Production Stage)は発注者の企画(Program PhaseまたはPre-design Phaseとも呼ばれる)に始まり、設計(Design Phase)、工事発注フェーズ(Elaboration Phase)、施工フェーズ(Construction Phase)を経て、竣工引渡しまでを意味し、運転保守管理段階(Operation and Maintenance Stage)は、竣工後の運転フェーズ(Operation Phase、またはOccupancy Phaseとも呼ばれるが、竣工して運転開始直後に居住状態に入らないこともあるので、Occupancy and Operation Phaseとも呼ぶ)を意味する。つまりこうした過程を通じて、性能検証責任者への業務委託、設計家への業務委託、工事請負者との契約、建物・システムの受け渡し、性能検証最終報告書の提出(空調システムにあっては原則として四季の負荷状態を体験する竣工後1年間)などが行われることになる。性能検証の各フェーズは、さらに、付属書1(図1)に示すような、企画段階(Program Step)、計画段階(Planning Step)、基本設計段階(Preliminary Design Step)、実施設計段階(Working Design Step)、工事発注段階(Elaboration Step)、施工段階(Construction Step)、受渡し段階(Acceptance Step)、受渡し後段階(Post-acceptance Step)及び定常運転段階(Post-Post-acceptance Step)またはOrdinary Operation Stepとも呼ばれる)に細分される。性能検証を実施する場合の性能検証過程の範囲は、発注者と性能検証責任者との契約に基づく。なお性能検証過程はその対象とする建物・システムが新設であるか既設であるか、単発的なものであるか継続性を持つものかによって、付属書1(図1)及び以下の定義

図1 性能検証過程のフェーズ区分・区切り事象・主要手続と過程の種類



に示すように、当初性能検証過程 (Initial Commissioning-Process、ICxP)、再性能検証過程 (Re-Commissioning-Process、Re-CxP)、復 (復帰) 性能検証過程 (Retro-Commissioning-Process、RetroCxP)、継続性能検証過程 (Continuous Commissioning-Process または On-going Commissioning-Process Cont-CxP)、生涯性能検証過程 (Life Cycle Commissioning-Process、LC-CxP) に区分する。

即ち、ここに定義した性能検証過程 (コミッションングプロセス) における「性能検証 (コミッションング)」の定義が最初に述べたものであり、従って普通名詞としての性能検証と区分して用いるべきであるということがご理解願えたいと思う。図1は上述定義におけるコミッションングプロセスの各進行段階とそこにおける主要イベント、またコミッションング (プロセス) の各種のオプションを書き入れたものである。

4. Annex40対応国内委員会の参加呼びかけと構成
Annex34の取束時の2000年の4月 (Liege) と10月 (Stuttgart) に次期Annexに関する Commissioning Day と称するワークショップが開かれ、前者はAnnex34

の延長で吉田教授が、後者は筆者ほか2名が出席して参加意思の表明を行った。その経過を受けてIBEC事務局と打合せを行い、この建築・エネルギーコミッションング委員会を発足させることとし参加企業の募集に踏み切った。この委員会名称を取ってAnnex40の名称とは変えたのは、次の理由による。

- ① コミッションング (プロセス) の目的は必ずしも空調の省エネルギーのみが対象ではない。
 - ② 日本では馴染みが薄く、かつ混乱して用いられ始めていたこの用語の意義を明確に見据える。
 - ③ 将来的には空調のみでなく建築設備、さらには建築プロセス全般に適用される方向性を有する。
- 一方、これまでにECBCS特有のAnnex研究のわが国における運営の仕方について下記のような課題が浮き彫りにされて居た。
- ① 何故参加企業は資金を出した上に研究作業までも分担せねばならないのか。
 - ② 何故他の国のように (例えば大学の研究室のような) 単独の研究機関が独自に応募し参加できないのか (わが国のシステムでは必ずIBECが窓口となり、かつ資金拠出団体を得なければ成立しない)。

③ 研究者は委員会資金の活用が制約が多すぎるのではないかと (事務機関がIBECとIBHの2機関あり、拠出事務経費のために実質研究費が減少する)。

Annex34時代に頂点に達し、かつ世の中の不景気のために参加企業が極端に減少の一途を辿りつつあった時点で、(筆者の信じる所では) 本テーマは建設産業の将来と空調設備の品質向上と省エネルギーの実績効果として実現させるためには必須の重要性を有するとの判断から、多くの企業の参加を促すためにこれらの課題を解決する必要があると考えた。先ず①の問題については企業或いは企業からの参加委員の意思の相違によって必ずしも一概ではないであろう。従って今回は下記のように参加条件を明確にすると共に、③項については著者らの要請に基づき各事務局並びに建設省 (現国交省) の指導もあって研究意欲を殺さない体制が整えられた。

- ① 第一種：参加費45万円。派遣委員は研究テーマを分担作業する。
- ② 第二種：参加費65万円。委員派遣の有無、研究分担の有無は自由とするが、調査活動などにおける情報収集には積極的にご協力を願う
- ③ なおこれとは別にIEAへの窓口であり建築関連協議会運営を担当しているIBH (建築・住宅国際機構) に研究期間中は賛助会員 (会費1年間12万円) 登録を願う。

幸い、これらの努力の甲斐あって20社を超える企業が参加を申し出られ、改めてこのテーマに期待される社会の要請を感じ取った次第であった。参加企業は下記の通りである (途中参加を含む。企業は現在名称)。

- ・総合請負業：大林組・鹿島建設・竹中工務店
- ・建築設備業：三晃空調・新日本空調・東洋熱工業メーカー (制御/BEMS業界を含む)：ジョンソンコントロールズ・ダイキンシステムソリューションズ研究所・東芝 電力社会システム社・松下電工・山武 ビルシステムカンパニー
- ・住宅産業：積水化学・積水ハウス・ミサワホーム
- 設計事務所・コンサルタンツ：アトム建築環境工学研究所・日建設計 (後にビルディングパフォーマンスコンサルティング)
- ・エネルギー産業：関西電力・中部電力・東京ガス・東京電力・東邦ガス
- ・研究担当機関：大阪大学 (もと三重大学所属) ・環境システム中原研究処・北九州市立大学 (もと鹿島建設所属) ・近畿大学 (もと積水ハウス所属) ・九

州大学・京都大学・建築研究所・中部大学・東海大学 (もと東京電力所属) ・北方建築総合研究所
委員長は筆者、主査は吉田治典教授 (京大)、次に述べるTaskについての分担はA+B2 (筆者)、B1 (鈴木、京大)、C+D (吉田) でB1は住宅グループとした。またA1 (赤司、九大)、B1 (鈴木) がAnnex40委員会にて各サブタスクのリーダーとして活躍した。

5. Annex40研究テーマの内容と作業経過

以下、良くできたAnnex40研究計画書を抜粋しつつ、研究経過に従って形を変えた点も含めて説明する。

テーマ名称

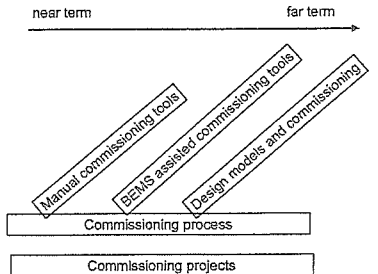
省エネルギー化のためのビル空調設備のコミッションング (Commissioning of Building HVAC Systems for Improved Energy Performance)

Annexサブタスク (テーマ) の組立て

図2のような構造とする。

- A. コミッションング過程 (The commissioning process)
- B. マニュアルコミッションングツール (Manual commissioning tools)
- C. BEMS援用コミッションングツール (BEMS assisted commissioning tools)
- D. 設計モデルとコミッションング (Design models and commissioning)

図2 サブタスクの組み立て



B~Dは相互関連のある平行サブタスクでありサブタスクAに連結する。新しいツールや手続き (プロシージャ) は関連する情報へのアクセスが必要であり、ツール開発の過程において必要な情報は何か、その情報を提供する人或いはプロセスは何かを同定する事が重要である。なお、図1の底辺の、E: コミッションングプロジェクト (Commissioning project) では参加各国少なくとも一

する。このサブタスクでは以下の点について明らかにするであろう。

一ある国のどのような成熟した(と思われる)コミッションングプロシージャが、他の国のプロシージャによく適応し移転することができるか?

一当初コミッションング、復コミッションング、継続コミッションングを視野に入れた上で、既存のプロシージャの制約を克服するためにいかなる新しいツール(手続き、ハードウェアなど)を開発すべきか?

(2) 国から国への移転の手続き

適切なマニュアルコミッションング過程は国から国へと移転される。同じ手続きを別の国で実行するとき文化や地域性からくる困難が明るみに出る。あるプロシージャが成功するかどうかは国の背景に依存するから、この作業(エクササイズ)は参加者に地域の問題と障壁を認識させる事になる。国という境界条件はコミッションングプロシージャの有効性にとつてもない大きな影響を与えるから、サブタスクAの結果が本タスクの重要な情報源となる。

各国にて異なる建物にプロシージャを適用する事によりそのプロシージャに関連する主たる欠点或いは有望な点を同定し、コミッションングにおける国の背景への理解を深める事ができる。

(3) 新しいツールの開発とテスト

ツール仕様書の下に、3種の(当初・復・継続)コミッションングに対する新しいコミッションングプロシージャの開発、或いは既存のものの改良を行う。プロシージャの開発において、その実用性と持続性はコストに大きく影響を与えるから、プロシージャの適用におけるコストへの理解を重視したい。そこで、次のような質問が生まれる。

一設備のコミッションング対象は全体が必要か或いは一部(例えばダクトの漏れと風量など)で十分か?
一どのようなコミッションング形態に対して部分コミッションングが適するか適さないか? 部分コミッションングが不適でかつ完全コミッションングが困難ないし不可能(例えば末端の風量測定)なときはいかなるツールが試験を合理的になし得るか?

(4) コミッションング実プロジェクトでのテスト

新開発ないし改良されたプロシージャを実プロジェクトでテストすることにより、ツールの可能性と実コミッションングプロセスへの適用性を現実的に評価する事ができる。できれば新しいプロシージャを別々の国で並行

的に実行して評価したい。

(5) 新しいプロシージャの文書化

新開発或いは改良のプロシージャを文書化してこのANNEXの主たる成果物とする。十分に成熟したプロシージャは規格化の委員会に移転できよう。

(6) サブタスクの成果物

- ・既存のプロシージャとその制約の比較記述
- ・既存のプロシージャの国から国への移転
- ・新、または改良プロシージャの利用ガイドライン、規格機関(ISOなど)への提案、国の法規への導入などが可能なようにガイドラインを作成するように努力する。

(7) 作業経過

マニュアルコミッションングとは何か、という議論が尽くさないうまま、A2、B1、B2のタスクは内容が行きつ戻りつした。ある時期にはA2、B1のリーダーを勤めていたオランダの代表から、①A2: トップダウンツール、②B1: ボトムアップツール、という位置付けが提案され内容がよく判らぬままにそのように流れる危険性を感じたので、筆者は当初の住宅・非住宅という分類をあくまで守るようにと強く申し入れ、OAのVisier氏もフランスは住宅に興味がある、と賛成した。一方、マニュアルという意味は①BEMSを用いない、②文書化を多用する、という意味に取ればこれは生産段階のコミッションングに対応することになり、A2で行ったコミッションングプロセスそのもののコントロールツールになる。そういう意味でMQCにその役割を持たせることを考慮した結果、MQC_Jpが出来上がったのであり、出来上がってみるとこれはA2、B1、B2に共用のツールとして活用できるという風に理解できる。

1) B1タスク: 当初住宅チームに数カ国の参加が期待され、この計画を真面目に受け取った筆者が国内の住宅業界に呼びかけて参加を募った日本が充実したメンバーを揃え、一方、当初住宅に力を入れる雰囲気であったオランダが住宅分野の参加者を得ないままに、途中から国そのものがIEAから脱退するという騒ぎがあった。リーダーがオランダのOp't Veld氏から京都会議以降は銚井委員にバトンタッチされ、同時に図3に見るように建物タイプは住宅と非住宅というよりも規模・リスク性・システムの複雑性という三つのキーワードの元に整理されることとなったので、B1は小規模でリスク性の大きくない、HVACシステムも複雑でない建物、という括りとなった。とは言え実際には日本の

住宅グループが群を抜いて強力であったため、結果としてB1は主として住宅についての記述となり、しかもプロセスをMQC上に記述することになったのでその意味においてA2とも重複することとなったのは上述のとおりである。

しかしながら一方で住宅に特定された試験法、チェックリストというものが、これらはまさにBEMS利用というよりは独立的(スタンドアローン)的なものであるからまさにマニュアルコミッションングというに相応しい。この種のものとは最終報告書の中ではB2と共に機能試験とくっつけて纏められた。

2) B2タスク: Lebrun教授がリーダーとなったが、Annex17(氏がOAを勤めた)以来、システムコンポーネントのモデル化とシミュレーションに興味を抱いてきた氏は一つの強いイメージを持っていたために作業内容が拡散し始めた。多忙のためにAnnex40の会議に欠席勝ちであった氏に代わってOA代理を他の人が勤めたりしたので特にまとまりが悪く、方向性としては、①先行する米国の機能性能試験プロトコルを前面に押し出す米固チーム、②施工管理ツールMQCを重視する日本チーム、③要素モデルを重視するLebrun氏自身、の三つのベクトルが示され、一時はLebrun氏自身の構成によるマニュアル案が顔を見せたが、多分、欧州勢のなかで(Visier氏との間で)話し合いがつかないと思われ、最終段階で機能性能試験の考え方・進め方のようなものとして纏められようとしている。そして資料としては米固から提出された膨大な新築或いは既設システムのテストプロトコル調査資料を参照することになる。そしてB1の一部は前述のようにこの中に組み込まれ、MQCを用いたコミッションング実施例は事例として前述のA2におけるMQC記述の事例として位置づけられた。

サブタスクC: BEMS援用コミッションングツール

BEMSはコミッションングのある部分を自動化し、これはコミッションングのコストを削減し、それによってコミッションング過程を広く適用させるに至る可能性が生ずる。さらにこのような自動化によって定期的にコミッションングを適用してビルのライフに亘らせられるという便益も生ずる。詳細にわたる自動的手法の開発により品質保証プロセスを改良し、それにエネルギー監査を組み込んでビル全体の性能改良をも可能にしよう。

BEMS自体のコミッションングを可能とするプロシ

ージャもここに含む。これはマニュアル要素を含むのでサブタスクBと並行して行われる。

本タスクの核として、既存のBEMS能力を用いて行う統括的コミッションングツールセットの開発を含む。適用対象は主として商業ビル、施設(institutional)ビルである。

BEMS援用ツールの一つの型はビル制御データの監視とオンラインまたはオンデマンドで用いるデータベースへの蓄積であろう。手動或いは自動の標準化されたテストプロシージャにより得られたデータもデータベースに取り込まれる。このデータベースはまた、1) 監視データの知的解析、2) 要素機器やシステムの付加的自動試験、3) フォルトの同定と診断、4) エネルギー性能の改良評価、等を思考するための推論用サーバーとして機能しよう。最後にこのツールはコミッションング過程に参画している各パートナーのそれぞれに適した形のレポートを出力する。信頼性のある使いやすいユーザーインターフェースを開発することによってこの新しいツールセットを効果的に活用する事ができよう。

標準的なテストプロシージャは二つのレベルで行われよう。第一のレベルは時分単位の短期的なもので、各空調機器の運転妥当性を確認するために現状のコミッションングプロシージャを用いて自動的に要素解析を行う。第2レベルは週・月といった長期にわたるもので、空調システム全体の運転状況やエネルギー性能を確認するための統括的な解析である。これらはフォルト検知診断のプロセスに通常行われるトップダウンアプローチとボトムアップアプローチのように、この二つは相補的なものと考えればよい。このタスクの意図は機能性能試験コミッションングを自動化するツールの開発であって、コミッションング過程全体を目指すものではないが、ここで必要な統括的なデータベースはコミッションング過程の他の場面の自動化にも(少なくとも効率の改良には)役立つものであろう。

このサブタスクではBEMS援用コミッションング用ツールとコミッションング過程で必要とされる情報のリンク関係を考慮して、これらのツールがコミッションング過程にしかと統合されるようにしなければならない。

(1) ツール仕様

自動コミッションングツールセットの開発エリアは、労働集約的でハイコストなもの、関連費用が高価なために省略されるもの(例えば全ターミナルユニットの試験)、という具合に順序と目標を定めていく。最初にやるべき

事の一つとして、今日BEMSがどのようにコミミッションングに活用されているか、BEMSの利用によってこれまでのコミミッションング過程の制限がいかに緩和されるかを調べる事であろう。

これはコミミッションングの専門家、エンドユーザーおよびBEMSメーカーが協調して行い、またタスクBと結びつけてマニュアルツールのほうが有望な場合とBEMS採用ツールのほうが有望な場合とを決めていく。このようにBEMS採用ツールをいかに他のコミミッションングツールと結び付けて使用するかを決めていくのがこのタスクの一つの目標であろう。

(2) BEMS自身のマニュアルコミミッションング

BEMS採用コミッションングツールを展開するときの前提はBEMS自身が適切に性能検証されていることである。そこでBEMS性能検証用のマニュアルコミッションングツールの開発が重要である。これは本タスクに含まれるが開発のステップはタスクBと同様に行われる。

(3) データに対する必要事項

BEMS支援ツールの目標の一つはコストの低減によってコミッションングプロセスを広範に適用させる事である。そのためにBEMSがコミッションングに必要なデータを容易に取り込める効率的な方法を見出す必要がある。それはBEMS採用コミッションングのための標準データを定義する事である。誰がかかるデータを提供する義務があるかはサブタスクAに関連して定義される。

この点に関して推奨されるものとして、例えばCEN TC247、ASHRAE SSPC135 (BACnet)、ISO/TC 205 WG 3、インターオペラビリティのための国際協定 (International Alliance for Interoperability) などのような標準化機構の提案として配布されることになると思われる、交換用標準データとそれに関連するデータモデルとがある。

(4) BEMS採用コミッションングツール

機能性能試験の自動化または半自動化を可能とするツールのプロトタイプは幾つかの異なる方法で開発されよう。このプロトタイプは実際のコミッションング過程における十分な試験を可能ならしめるために、ツールのユーザーと協調して行う事によって開発されるであろう。ツールの開発はデータの要目の定義付けと並行して行われる。

(5) 実コミッションングプロジェクト

プロトタイプツールは実際のコミッションングプロジェクトでテストする。このタスクにより、本Annexにおいてツール自身の有用性と実コミッションングプロセス

での適用性をテストすることができるのである。

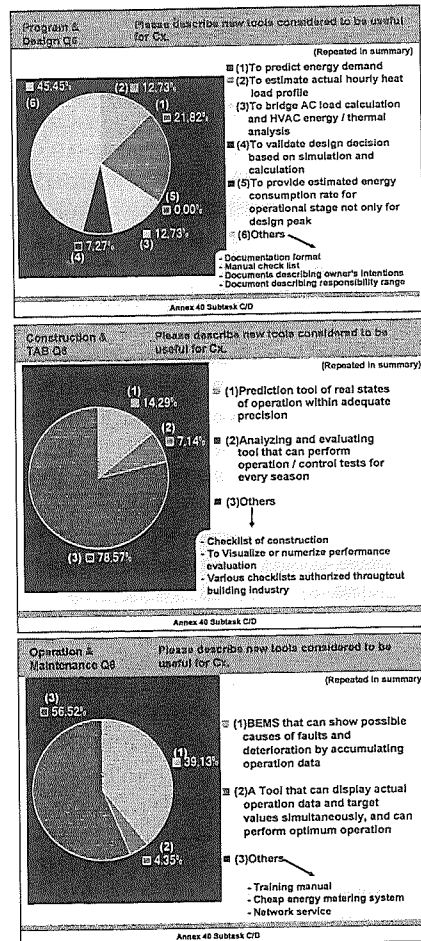
(6) 成果物

- ・BEMS採用コミッションングツールセット
- ・効率的なBEMS採用コミッションングを可能とするためのデータ要目の構造リスト
- ・サブタスクAに記述された各種コミッションング過程への各ツールのマッピング

(7) 作業経過

Bと異なってテーマの内容は比較的明瞭で、しかも参加者の長年の研究テーマに近いところであるために参加

図5 アンケートの一例、必要とされる新しいツールは？



者は最も多いタスクであった。テーマとサブタスクをさらに三つに大分けて、

- 1) C1 : BEMS自身のコミッションング
- 2) C2 : コミッションングの自動化
- 3) C3 : 自動コミッションング実行に伴う課題

とされた。C1は米国ジョンソンコントロールズから参加したSalsbury氏が、C2はカナダNRCから参加のChoiniere氏が、C3はフランスCSTBのNejad氏がリーダーとなった。日本からはDタスクを含めて京大の吉田教授が国内外の活動に対応してリーダーを勤めていただいた。そしていかなるツールが世の中で求められているか、について日本が推進役となって行った二度にわたるアンケート調査 (一回目は各フェーズで求められるコミッションングツールについて、二回目はBEMS自身のコミッションングツールについて) 研究の方向性を確認するものとして高く評価された。調査結果の一部を図5に載せる。これは「コミッションングにとって有用と思われる、新しいツールは何か？」という設問に対するアンケート結果の総めである。

実際の進め方はツールの全体像を描いて既存のツールを当てはめて行き、不足とするものを埋めていく、といったプロジェクト的なものでは必ずしもなく、基本的には参加者の研究あるいは実務上の興味に応じて行った成果を持ち寄る、という形で行われツールのマッピングがなされた。重要でありながらしかも抜けている、というテーマに関しては希望が察された。そういう形で日本が対応したのものもある。

サブタスクD : デザインモデルとコミッションング

性能の概念に基づくビル調達のプロセスは魅力的なオプションである。それによって発注者は要求内容に集中できる。かかる要求内容が技術的な要求性能と性能に基づく入札/請負の基礎を成す。請負者は要求を満たす自由な解 (solution、ソリューション) を選ぶ事が出来、最終的にビルが所定の性能を満たす事を保証する責任がある。この性能概念は革新的なソリューション、最適化コストの建設、そして国際貿易を推進したのである (CIB, 1988, Becker, 1999)。性能請負においてエネルギー消費と快適性を適切化する前提条件は、改良されたツールとプロセスによって設計ソリューションを評価し、コミッションングをサポートし、建物が所期性能を満たす事を確認する事である。さらに、請負業者は下請負業者に対して性能契約をしようとすると、順に評価と確認

の適切なツールが必要になる。

第一法則 (エネルギー保存) モデルに基づくコンピューターシミュレーションは建設のあらゆる段階において適用され得る。設計段階においては提案の比較、冷暖房負荷の計算、詳細設計などにシミュレーションが用いられる。コミッションング段階においては詳細モデルによるシミュレーションがプラント運転、最適化の解析を支援する。よく校正 (calibrate) されていれば詳細シミュレーションモデルは参照ケースのエネルギー消費特性予測を行い、建物が所期の要求を満たすかどうかを決めるのに役立つことができよう。運転段階においては、シミュレーションモデルが校正されていれば多くの目的に使用できる。運転員は「もし〜なら」の質問に答えることによって疑わしい動作をする機器の連関行動をシミュレートしたり、それ以上の事が可能である。そのモデルは継続コミッションングやフォルト検知診断システムに利用できよう。然しながら、詳細なシミュレーションモデルは建物とシステムを記述する詳細な情報を必要とする。建設プロセスを通してシミュレーションをしばしば用いるには共通のプロジェクトモデルであることが大前提であろう。

問題は第一法則モデルに基づくコンピューターシミュレーションモデルが利用できるか否かではなく、むしろ、いかにしてその最適な利用をするかである。それは実用的か? 精度はいかほどか? それは経済的に釣り合うか? といった疑問が提出され回答を追及せねばならない。

ここに提案されたサブタスク「デザインモデルとコミッションング」の主目的は、デベロッパー、請負業者、コンサルタント、不動産管理者との共同作業により第一法則モデルによるコンピューターシミュレーションを用いて、

- ・エネルギー消費と快適性の要求性能を検証 (verify) すること、
- ・サブシステムと要素機器の性能を検証すること、
- ・利用可能性を評価することにある。計測とシミュレーションモデルの特性がこれらの適用に対するデザインモデルの有用性にいかに影響するか? この二つの基本的な疑問がこの作業の焦点である。

このサブタスクの主目的は、サブシステムや要素機器の性能確認のために、設計段階を通して利用できるモデルベースのコンピューターシミュレーションの適用可能性を評価することにある。この研究にはTAB作業から、

計測に基づいて所定の機能の有無を確認すること、正当に機能しているシステムの計測値によるモデルの較正、さらに他の運転状態における機能評価のためにモデルを用いる予測推定の問題、などまでを含んでいる。

二次的な目的としてシミュレーションが建物全体のエネルギー消費と快適性に関する要求性能検証への適用性の研究がある。

(1) 文献調査

最初の仕事の一つはシミュレーションモデルをコミッションングに用いたこれまでの成果を総ざらいする事である。特定の制約条件について、モデルを較正するために必要かつ利用可能な情報の量と型とリンクさせて整理する。設計段階におけるモデルの構成を可能ならしめる利用可能な情報技術に関する調査も行う。

(2) 適用可能性調査 (feasibility study)

シミュレーションモデルを用いたコミッションングプロセスを開発するためにまず、二つの横断的な研究が必要である。すなわち、

- ・シミュレーションモデルを較正するために必要かつ容易に利用できる計測の質に関する調査
- ・較正 (calibration) と外挿 (予測推定、extrapolation) を可能にするに必要なモデル特性に関する調査

(3) ケーススタディー

シミュレーションモデルを特定の要素機器やサブシステムの試験調整 (TAB) に、そして建物全体のエネルギー消費と快適性についての性能検証に適用する。まずは実験室において行い、次いで実建物のコミッションングプロジェクトに適用する。

(4) 成果物

- ・デザインデータ、シミュレーションモデルおよび計測データに対する一組の要件 (requirements)
- ・モデリング、計測、較正、シミュレーションの推奨される方法
- ・試験調整 (TAB) の支援にシミュレーションと較正作業とがどのように利用できるかという例示
- ・HVACサブシステムのシミュレーション援用コミッションングのためのチェックリストと、コミッションングに実用するための文書 (マニュアル) を含む、特定の成果物
- ・建物のエネルギー消費量を検証するためのシミュレーション援用機能試験についてのフィールドスタディーの報告書

(5) 作業経過

このタスクも二つに分けて行われた。すなわち、

- 1) D1: 要素・サブシステムモデル
- 2) D2: ビル全体モデル

D1はLBNLのHaves教授が、D2はTexas A&M大学のClaridge教授がリーダーとなった。これらのタスクもCタスクと同様、ボランティア作業の結果が纏められて最終報告書に載せられる。この部分もAnnex17以来の各研究者の成果などがコミッションングという観点から纏められる。最初に述べたように、これがこの一連のAnnexの最終到達点であったとの印象を深める所以である。D1は特にその印象が深い。日本からは殆ど新しく行われた研究成果が提出された。D2に関しては、ビル全体の実績に基づくエネルギー消費推定モデル、試験信号に基づいてビル性能や不具合を検知する手法、そしてシステムシミュレーションによって環境とエネルギー予測するもの大きく三つに分類される。日本からは委員の重複している、空気調和・衛生工学会コミッションング委員会のコミッションングツール開発小委員会の研究結果による、汎用の空調シミュレーションプログラムの比較検討などが提出された。これらを一覽してClaridge氏が各フェーズのコミッションングへの応用の可能性という纏め方をされている。

サブタスクE: コミッションングプロジェクト

各参加国は最低一件のコミッションングプロジェクトに参画してそれに本Annexにて開発されたツールを適用し報告する。かかる、実建物への参画を強制する事によって開発ツールの想定ユーザーとのやり取りが深まるであろう。これらのプロジェクトはこのAnnexの成果を実証するベースとなるであろう。

(1) サブタスクの成果物

各プロジェクトについて記述し最終報告書に含める。同時にウェブにおいて閲覧することができる。

(2) 作業経過

各国から、

- 1) 予定する新築ビルのコミッションング実施のモデルケース
- 2) 完成したビルのリ(再)コミッションング又は既設ビルのレトロ(復)コミッションング或いは継続コミッションングへの適用
- 3) 実施した当初コミッションングの記述が提出された。日本からの提案は1)~3)の各ケー

スを包含している。

6. 会議の経過と最終報告予定

(1) 国際会議の経過

以上がAnnex40の研究計画とその計画に沿っての作業経過である。国際会議は前述の事前に行われた2回のワークショップに続き、正規の会合が既に7回行われこの秋に最終会議がパリで開かれる。以下に会議の経過を示す。なお、京都会議以降は下記のようにシンポジウムを併催する会議が多くなった。

- 第一回: Scheveningen, Netherlands, 2001.4.5~6
- 第二回: Quebec, Canada, 2001. 9. 26~28
- 第三回: Kista, Sweden, 2002.4.3~5
- 第四回: Brussels, Belgium, 2002.10.2~4
- 第五回: 京都, 2003.4.9~11
- 第六回: Barkley, USA, 2003.10.15~17
- 第七回: Zurich, Switzerland, 2004.3./30~4./1
- 第八回 (予定): Paris, France, 2004.10.20~22

- ・京都シンポジウム: International Short Symposium on HVAC Commissioning, 2004.4.8
- ・LBNL Symposium: International Conference for Enhanced Building Operation (ICEBO 2003), 2003.10.13~14
- ・Paris Symposium: International Conference for Enhanced Building Operation (ICEBO 2004), 2004.10.18~19

(2) 国内会議の経過

国内会議はこれに対応して開催された。前述の参加各団体から一人以上が参加して行われる全体会議は、国際会議の直前と直後、その間に1~2回開催し、WGはMQC (A+B、或いはA+B2、A2+B2など、プロセスグループ、筆者総め)、B1 (住宅グループ、鈴木委員総め)、C+D (ツールグループ、吉田委員総め) の三つに分かれて作業進行状況に応じて適宜開催された。

(3) 最終報告

最終報告は下記のように纏められる予定である。準備は着々と行われているので今年中には纏められると思われる。最終報告成果は下記の形で参加国に引き渡される。

- ① 最終報告書文書
- ② 論文集・ツール集のCDROM
- ③ Web情報公開

①は言わばソースブックであり、研究経過報告と研究概要集を兼ねたものである。②は論文とツールとを収め

たもので、日本で作成したMQCもここに収められる。ここには正規の査読を経て論文の形になったもののみが載せられるので、前記ICEBO2004は論文発表の最後の機会になる。Annex会議で発表されたパワーポイントによるプレゼンテーションファイルは含まれない。ただし、Annex40参加国にはAnnex40のウェブサイトからパスワードを用いて委員会資料のpdfファイルは入手することはできる。

③は用語定義やSMCP_Frなどのウェブツールが公開される (公開範囲は未定、ただしAnnex40参加国・参加団体には当然公開され利用に供される)。このWebサイトのデザイン、構築はOAの所属するCSTBが担当しており、これまでのAnnexへの参加経験からすると、今回のOAは膨大な作業量をこなしており、計画書の中にも書いてあったように、IEAの活動の原点に戻って、参加国は勿論、開発途上国にも技術移転すべし、とする心構えが随所に現れており、真に敬服に値する。

7. おわりに

この研究が初期の期待通り、いやむしろ期待以上の成果がまとまり、筆者が参加勧誘書にいささか広言気味に約束した成果が得られることは間違いない。これも偏に趣旨に賛同して参加して下さった各団体企業の出資と参加委員の積極的な活躍のおかげである。そして研究を遂行した意見を投入して下さった各研究グループの努力、それをリードし国際会議で発表すると共に日本の意見を強く主張しつつタスク全体の進行に大きく貢献して下さった、吉田、鈴木、赤司各委員はじめ参加いただいた多くの研究側委員と研究参加企業委員の方々の努力の賜物である。この研究成果の詳細を紹介する機会はまた別に訪れると信じている。

まさに現在、コミッションングの普及啓発は殆どがボランティア作業もしくは研究から成り立っているが、近い将来にこれがビジネスとして成立すると共に、その目的とする建築システムの高品質化・省エネルギー化・持続可能性の向上に恒常的に貢献できる日の来るのを待ちわびたい。たまたまこの機に併せて、筆者が理事長として発足することになった建築設備コミッションング協会(BSCA)は、資金の許す限りそのための努力を惜しまないので、読者の各位には是非ともご支援を給りたいと念ずる次第である。