

ng: May 18-20, 2004

Session 2B

The Owner's Role in the Commissioning Process

## オークリッジ国立研究所における定型化されたコミッショニング過程の集成

Richard C. Griffin, P.E. and Warren K. Thomas, P.E..

Oak Ridge National Laboratory Managed by UT-Battelle for the Department of Energy

### 要約

本文ではオークリッジ国立研究所(ORNL)のための、定型化されたコミッショニング仕様書の展開について論じる。オークリッジ国立研究所の施設開発部門(Facility Development Division, FDD)はキャンパス全体の設計に権限のある部門で、核施設以外の新設及び施設の改良・改修プロジェクトの建設管理(CM)の責任がある。これまで FDD では設計施工期間中、施設のシステム(機械・電気・プロセスなど)が適切に組合され、仕様書どおりに完成し、エンドユーザーの要求に応じた製品を提供する努力をすることを業務として行ってきた。これらの業務は常に施設の複雑さと利用目的に適合するように段階的適用(graded approach)が成されてきた。FDD の技術者は、施設のシステム始動(start-up)と総合運転(integration)に当たっては長年、定型的或いは非定型的な方法で行ってきた。産業がビル全体のコミッショニングに対して定型的なプロセスを受け入れることが多くなり、またそれが強調される事態になって、ORNL FDD はプロジェクトの契約仕様書において第三者或いはインハウスによるコミッショニングの業務提供を利用することのできる技術的仕様を積極的に追及し展開するようになった。本文ではこの技術的仕様の展開過程とその間に得られた教訓について論じる。その意図は、近い将来同様な努力を行うと思われる他の公共及び私的部門における方たちを支援するためである。最後に得られた仕様書は本論文を参照して得られ、本会議出席者は興味があれば利用されたい。

### 筆者について

Griffin氏はアラバマ州Auburn University1976年電気工学科出身、1977～1982の間、テネシー州オークリッジのUnion Carbide Nuclear Corporation で電気技術者として勤務、そこで監視制御と施設の配電システムの設計を行い、また先端的ウラニウム濃縮プロセスの評価にも参画した。1982～1987にアラバマ州Fort Payne市の配電システムを管理、1987年にオークリッジ地方に還ってMartin Marietta Energy Systemsに電気技術者として、また多角的な施設設計チームの監督として働いた。1986～1987の間は核廃水処理プラントの電気技術者として施工と初動時の設計支援を行った。1987～2001にはBritish Nuclear Fuel Limitedの電気技術者となり100エーカーの延べ床面積にわたる三つのウラニウム濃縮プラントの廃却・撤去のプロジェクトに従事した。2001年にUT-Battelle LLC の主任技術者となり、Oak Ridge National Laboratory のプロジェクトを支援して、研究所のために提案された、私的資金を用いて行う

政府敷地内の三つの研究施設を最近完成させた。氏は高圧配電サブステーションから配電、プロセス並びに制御システムに亘る電気システムの始動と試験に広範な経験を有している。

筆者Thomas氏はテネシー大学環境工学の修士号とMBA(経営管理学修士号)とを有し、同じく同大の機械工学士でもある。またハンツビルにあるアラバマ大学で技術管理(management program)の修士学生であり博士号の取得を求めている。氏は現在UT-Battelle においてOak Ridge National Laboratory に建設される幾つかの大型の建設プロジェクトにおける主任技術者である。氏の前歴における経験にはエンジニアリングデザイン、プロジェクト管理、化学プロセスや発電産業など、コンサルタントエンジニアリング会社のGilbert Commonwealth, IC Thomasson及びUnited Engineers and Constructors社などのコンサルタントへの指名が含まれる。氏はテネシー州認定のP.E.である。

## Oak Ridge National Laboratoryの一般背景

Oak Ridge National Laboratory (ORNL) はテネシー州オークリッジにあるDepartment of Energy (DOE) の研究施設キャンパスであり、UT-Battelle (UT-B、訳注：ORNLの運営のためにBattelle社とUniversity of Tennesseeが組んで作られた非利益会社)がDOEのために運営している。研究の焦点とされるものに生命科学、材料科学、遺伝学その他がある。ORNLはその研究のすべての分野において世界中の先達と認められている。これら各種の研究プログラムのニーズを支援するため、また世界的にハイレベルの研究を保持するために、ORNLは新設のキャンパス施設並びに既設の施設や設備インフラの改修におけるエンジニアリング設計、プロジェクトマネジメント、及び建設監督に責任を負う技術者・管理者を有する組織を持っている。

現在FDDと呼ばれるこの施設開発部門(Facility Development Division)は、すべてのエンジニアリングと建設プロジェクトに対し、高度に適格で経験の深い、よく訓練を受けたプロジェクトエンジニアと建設技術者(construction technician) を有しており、研究・プログラム関連の顧客に対して施設の企画の段階から受け渡しまで集中的に責務を負っている。かかる責務をORNLで行われている世界的な研究に相応しく履行するために、FDDの技術陣は専門分野の免許、広範囲で変化に富んだ特殊な認証、そして多くの場合は主要な認定大学(accredited university)を卒業している。そのような専門性・学術性に加えて設計・施工・コンサルティング・試験調整・運転保守と現場での実行における年来の経験の結果として、FDDの組織と人材にこの研究所のエンジニアリング業務提供者の選択肢としてユニーク性を与える相乗作用を来している。

### FDD の業務と機能

FDD の要員は定常的にプロジェクト展開を成功に導くための広範囲の活動を行い顧客にその施設を引き渡す仕事をしている。通常FDDによって建設ないし改修に対して行われる活動には以下のものが含まれる：

- 概念設計の展開と費用試算報告、
- 顧客の代表者と協力してその施設の要件を纏める、
- 技術範囲の定義に必要な設計基準或いは設計施工(design build)仕様書、
- 請負者の入札評価、
- 設計の展開とプロジェクト図面・仕様書の間欠的に行う査閲、
- 機器の承認提出文書(submittals)の査閲と承認(approval)、
- 試験手続きと計画書の査閲と承認、
- 試験・始動の監督、
- 試験・始動の性能確認、
- 必要な試験・始動の手続き・計画書の作成、
- 運転保守要員が施設のシステムに慣れるための訓練、

- 保障期間中の補修・取替え等の調整,
- 顧客側から要請されたシステム運転上の変更の調整,
- ORNL Design Authority としてキャンパスシステムの配設、技術仕様書、設計図書の調整,
- 関連法規との整合性の確認,
- 持続可能性設計(sustainable design measure)の支援と実行,
- 許可の必要な項目についての始動と支援,
- プロジェクト管理とプロジェクト監督 (Project management and project controls) ,
- 施工現場の監督とキャンパスインフラとの接点の調整

上述の各項目はFDD要員の日常行う活動を排他的に描くことを意図したものではないが、コミッショニング活動ととくに関係が深いFDD組織における有能性と専門性を概観するのに役立つであろう。より特定するならば、現状組織内のFDDは、概してトータルビルコミッショニングと関係深い、何よりも大切な要件(requirements)に対する補助と支援を行う能力がある。

### 過去におけるORNLでのコミッショニング

これまでのORNLにおけるコミッショニングへのアプローチはこの国の多くの組織と同じく受渡しに関しては形式によらず「要求に応じて(as required)」為されてきた。この業務の提供する内容を明示するのに用いられる「コミッショニング」という呼び方は殆どされては来なかったけれども、その目的は現在定義されているコミッション、即ち、施設ないしシステムをユーザーの要求の合う、或いは合格するようにして最終需要家に受け渡す、という基本的な教条と一般には軌を一にしてきた。ORNLにおけるコミッショニングの努力に対する必須の技術的専門性は歴史的に、キャンパス全体の施設、インフラストラクチャーの利用、業務とシステムについての組織的知識を保持する要因を有するFDDの財宝の下にあった。

#### 一般的な施設のタイプとコミッショニングの例

事務所ビルのようなノンプロセスの施設においては、コミッショニング努力のたいは試験調整 (TAB) 業務のような部分業務に限られ、施工中或いは施工の手を離れた後にFDDの要員によって為されてきた。FDDの有するリソースが利用できるか否かに依存するが、TAB業務もまた外部の請負者により、請負者の工事の一部としてか、或いは施工業務完了後に別契約として加えて行われた。ある場合にはTAB業務は居住開始後に施設の性能向上と居住者の快適性増進のために行われた。

核放射性施設や生物学的ハザード施設、化学或いは放射プロセス施設のような場合にはコミッショニングへのアプローチはもっと厳重にかつ定型的に実施された。そのような場合には一般にISTP(integrated start-up and test plans、総合試運転調整)と呼ばれる、定型文書化された総合試験・始動手続書が設計過程の早期に提示され、設計・施工・始動の全工程を通じて適用された。ISTPによる文書化により、施設の安全と要求性能のために必要な制御、サ

サービス及びインターフェースがそのプロセスの危険度による要求、或いはプロセスのクリティカルな性質を反映した厳密性の水準に対応した設計、施工、試験が行われた。ISTPはそのプロセスに直接に責任を負う技術分野のFDD要員により、また問題のプロセスに対して支援業務を行う分野によって用意されるほうが多かったというべきであろう。加えて、すべてのISTPはそのプロセスのオーナーが直接関与しオーナーから提供される適用すべき要件と知識とをすべて組み込んで作成された。通常運転、通常外運転、始動、停止、季節運転、非常時の運転などのシナリオは、すべてISTP文書の作成時に考慮された。施工中および竣工後に実行されるべきISTPの効力に関するエンジニアリング設計の有効性を決定するために、ISTP文書による綿密な設計査閲が義務付けられた。ISTP記述内容が実際に現場で施工することができ予算・工程・運転或いは安全性に関して逆効果がないことをISTPプロセスによって確認し、設計を評価するプロセスが義務付けられた。施工検査・試験・監督によっても、ISTPがプロジェクトの始動と試験の期間中実行され、またISTPの性能にとってクリティカルな試験内容が要素とシステムの最終の施工状態になっているかを確認することができる。FDDと監督・試験業務を行う運転要員のための署名入りのチェックリストが、精査中の施設・プロセスに対して作成されるベースライン性能の記録と試験が成功裏に完了したことの確認と記録の文書化を確実なものにする。繰り返すと、「コミッショニング」という用語はISTPプロセスには適用されてこなかったけれども、現在言われているコミッショニング過程の精神と趣旨の多くはISTPの展開と実行の中に含まれていたと言えよう。

### 段階的適用(Graded Approach)

前述のORNL FDDにおける施設展開に関する過去の二つの実施例に見られる共通点は、通常のコミッショニング関連活動に適用される厳密さの水準を決定するのに用いられる段階的適用(graded approach)である。あるプロセスないし手続にとってプロジェクトに真の価値を付加するためには、機械的な手順やフリーサイズの考え方を適用してはならないということである。FDDのみでなく類似の組織によって提供されるサービスにとって絶対的に付加価値を与え得るプロセスとは、顧客のニーズに合ったシステム・施設を成功裏に受け渡すに必要な努力の水準を決定する柔軟性という属性が必須である。

### コミッショニング手続の展開

近時、コミッショニングの基礎的属性に基づく知識の拡張に併せて、より一層定型化された手続駆動(procedure driven)のコミッショニングへのアプローチが進展するとともに、多くの過去のORNL FDDにおけるやり方がコミッショニングの視点から見て欠陥が有り、この分野における最近の知識とよりよく連携を持つためにはこれを更新する必要性が見受けられた。例えば、ORNLのコミッショニング要件は、決してインハウスの手続や仕様の中で定型化されることはなかった。一般には、定型化された手続への改訂・更新は、要員に対して情報を広めるに要する必須の連続性を強めるメカニズムを提供する。活用できるプロジェクトコミッショニングからの教訓として制御され改訂されることのできる、文書化された

コミショニング手続書を欠くと、その情報を効率的に関連者の記憶に留めさせるのを妨げる可能性がある。さらに、コミショニング過程と基準に関する知識を用いて更新すると、定型的に文書化された手続が存在しない場合には便利で容易に入手できる情報の宝庫を欠くようになる。

その上、ORNLのシステムを示す標準チェックリストと関連するコミショニングのための努力が未開発であった。ひとたびプロジェクトに特定した要件に合うように編集されると、かかるチェックリストは全体としてのコミショニング活動の標準化の推進に大きく役立ったであらう。それに加えてプロジェクトの予算上、歴史的にコミショニング活動への特別の計上はしなかったし、かかる業務を達成するための専用の資金も日常的に供してこなかった。プロジェクト内にそれ専用の資金がないと、プロジェクトが終わりに近づいて予算が厳しくなるとコミショニング活動は省略され切り詰められる可能性がある。

前述のように、過去のORNLにおけるコミショニング活動は他の多くの組織と同様、多数の類似例によって操作されてきた手続ではなく、むしろコミショニング主体者が必要に応じて、FDD要因の有する知識に依存して現地で適用されてきた。ビル全体のコミショニングに関する価値を強く認識するにいたって、FDDの管理者は革新的にもこの概念を支持し、コミショニング仕様書と手続書を定型化する開発に手を付け始め、それをORNLキャンパス内で企画されて居る最近の建設プロジェクトに適用を始めた。プロジェクトの開始から最初の運用に至る全体的なコミショニングアプローチが新しいORNLのプロジェクトのために推進される道筋となりつつある。付け加えて、技術社会においてサステナブルビルがますます強調されるようになってきて、FDDがORNLキャンパスにおけるプロジェクトのコミショニングのための手続き書一式を開発することに焦点を当てて努力することへの支持と信任をもたらす補足的誘因となっている。

### 必要性認識と当初コミショニングの結果

ひとたびコミショニング手続を定型化しORNLプロジェクトに適用することの必要性がFDDにおいて認識されると、組織の学習期間枠内にて幾つかのコミショニングが繰り返された。かかるアプローチの例を下に示す。

- ・ 請負者が雇用する独立の第三者コミショニング機関(Commissioning Agent、CxA)
- ・ ORNL/オーナーが雇用した独立の第三者CxA
- ・ ORNL FDDの要員をCxAとして利用

上記のコミショニングの努力は先ずは購入ないしは借用した仕様書を建設図書(設計図書)に統合して用いられた。殆どの場合、これらのコミショニング仕様書は、CxAか準備者としてのA&E、或いはFDD要員が既存のコミショニング仕様書をテンプレートとして最終コミショニング仕様書を作成した。想像されるようにこれらの手法の成功度は全体としてまちまちである。然しながら、時には当初コミショニングの結果は間違いなく失敗であった。独立のCxAを利用して行って不満足な結果を得たプロジェクトについて言うと、

不成功の原因は第一義的に下記のような欠陥が属性としてあった。

- ・ CxAと現場要員が経験不足
- ・ 施設運転のためのオーナー意識の不足
- ・ ビル性能を記入するフォームの完成を強調しすぎた

概してこのような初期の欠点はコミッショニング過程またはコミッショニング産業全体として深刻であるとは信じられていないので、残された見解は、FDDがその顧客に対して行う業務に付加価値を与えるビル全体のコミッショニング(whole building commissioning)へと発展させて成功に導こうというものである。

### コミッショニング仕様書作成の努力

然しながら、結果がまちまちであったこと、そしてこの傾向を変えて成功に導くためのより大きな可能性を育てるために明らかになったことは、FDD仕様書と汎用設計指針とを模様替えしてコミッショニング仕様書を含め、またORNLキャンパスのニーズに特定し、かつDOEとFDDの基準により規定されるプロジェクト受渡しに適う言葉を含めなければならないということであった。更新された技術的仕様は次にプロジェクトの建設仕様書の中に統合され、修正されたFDDの定型詳細(boilerplate)設計基準によりコミッショニングの原則がプロジェクトの開始時点で設計業務の中に統合される。そのような文書を作成する努力が新しい年から開始された。上述の道筋を開始することの意義は、専門分野を結集しプロジェクトのライフスパンに亘るコミッショニングプロセスを行うことによって、FDDの顧客に対して当該の研究業務やプログラムの要件に合致し或いはそれを超える性能を有する施設を提供することであった。これに付け加え、前述の理由により、ORNL FDDコミッショニング業務を導くために作成されるどのような手続や仕様においてもその鍵となるものは柔軟性(flexibility)である。FDDコミッショニング技術仕様と設計基準指針の作成には文献検索により多くの資料を利用した。下記のものとはレビューした中の幾つかの参照文献、職能団体及び文書を示す。

- ・ PECCI (訳注 : Portland Energy Conservation, Inc.、NPOで全米コミッショニング会議を主催する)
- ・ FEMP(訳注 : 米DOEのFederal Energy Management Programで省エネルギーや再生エネルギー利用の促進などをテーマとしORNLに研究を依存している)
- ・ LAB21
- ・ NIH(訳注 : National Institutes of Health、米厚生省の機関)
- ・ ASHRAE
- ・ コミッショニングのセミナー
- ・ コンサルタンツ
- ・ その他の公共文書

一般に受容されている下記のリストにあるコミッショニングの原理、実行、考え方をFDDコミッショニング技術仕様・設計基準定型文書に組み入れている。

- ビル全体のコミッショニング(□Whole building commissioning)
- プロジェクトコミッショニングのライフ(Life of project commissioning)
- □専門分野を結集したチーム(Multi discipline team)
- 第三者による性能確認はオーナーに便益がある
- システム性能ベースライン文書
- 請負者が供給する鍵となる文書の確認
- 設計・施工期間中における問題分野の早期警告
- オーナーの興味対象の記述
- コミッショニング機関(CxA)に従事させ、プロジェクトの企画段階中にチーム構成を行う
- 保証期間の終わり頃にリコミッショニングを行う
- CxAに関する参照資料と履歴を考慮に入れる
- コミッショニング計画書提案書の例をオーナーに提出して承認を得る
- 以前に行ったコミッショニング完了報告書の例をCxAは用意する
- コミッショニング対象の機器・要素・システムを明確にする
- 入札精度を上げるために範囲を明確に定義する
- 試験機器のリストと校正済み認証
- コミッショニング実行に必要な通過点を工程表に明記する
- 機器・システム設置状況と性能のチェックリスト

仕様書はまた、コミッショニング適用の水準についての柔軟性を保持する。仕様書の中にはさらに、与えられたプロジェクトの指示項目にFDDインハウスの要員がコミッショニング業務を行うようなオプションを取る必要性或いは指向性があるならば、それを採用することに対する許容性を有している。然しながら選ばれた道筋の如何を問わず、請負者は入札の中にコミッショニング業務の要素を計算に含めて、入札を行うときの未知によるリスクを減少させることができる。全体的な結果として得られるものはよりよく定義された業務範囲、請負者による正確な入札価格であり、これにより請負者は高くつく不慮の事故などによる未知のリスクをカバーすることを強いられなくなる。

## 結論

上述のように定型化された仕様と手続きによって、FDDをコミッショニング関連の業務水準に柔軟に対応できるように保持することができる。さらに、これらは過去のコミッショニング業務と、コミッショニングの精神に関する最近の考え方を指向した革新的なプロセスとの上に構築されている。請負者の業務範囲の定義が強化されてより正確な入札が可能となる。いまやコミッショニングはプロジェクトのライフに亘って計画され実行されることが可能である。

また、FDDはコミッショニング業務をインハウスからも独立の第三者機関からも、プロ

プロジェクトのニーズに応じてケースバイケースで選択することができる。結論として、ORNL FDDのコミッショニング仕様は生きた文書であって、コミッショニングの原理と実行に関する教訓と新しい情報とを必要に応じて反映して改訂することができる。